X1/X1 turboシリーズ テクニカルノウハウ
X1-Techknow
エックスワン・テクノウ

X1 シリーズ
X1-turbo シリーズ
X1-turbo Z

BNN第二企画部・編

X1/X1 turboシリーズ テクニカルノウハウ

X1-Techknow

エックスワン・テクノウ

BNN第二企画部・編

はじめに

パソコンも，一時期の熱狂的なブームが去ると共に社会に定着しはじめ，ワープロ等のOA機器あるいはゲームなどに利用されて私達の身近な存在となりました．ビジネスユースでは16ビット機が主流になりましたが，パーソナルユースとしてはまだ8ビット機が大きなシェアを占めています．しかしながらファミリーコンピュータの普及は，ゲーム中心に利用をされてきた従来の8ビット機に大きな転換を迫ったといっていいでしょう．

このような状況のなかでX1 turboZは，FM音源標準サポート，4096色同時発色というAV(オーディオ・ビジュアル)機能を全面に押しだして発売されました．テレビ画面のデータをパソコンに取り込むことのできるビデオディジタイズ機能を含めて，従来のゲームパソコンとは一味異なった方向付けがなされていると言えましょう．

X1からX1 turboへと大幅に改良されたX1シリーズですが，turboZではグラフィックスを中心に更に大幅に仕様が変更されています．そこでX1 turboZのユーザーがその機能を十二分に引き出し，より有効に使うためには，本体の内部や周辺機器について詳しく知ることがポイントになってきます．

本書は次のように2部構成をとっています．第I部は，X1 turboZの新機能をコンピュータグラフィックスの理論の解説とともに理解する構成をとっています．第II部はX1シリーズの本体はもちろんのこと，プリンター，ディスクユニットに至るまで，内部解析情報や活用のノウハウを実戦に役立つようにまとめてあります．

本書がこの新しい可能性を秘めたX1シリーズを活用するための一助となれば幸いです．

1987年7月　　ビー・エヌ・エヌ第二企画部

目 次

I部　ノウハウ編

II部　テクニカル編

第6章　割り込み　201

第7章　フロッピーディスク　223

第8章　サウンド機能　235

第9章　各種インターフェイス　263

付　録

A．I／Oマップ　274

B．turboシリーズ　285

I部　ノウハウ編

第Ｉ部をお読みになる前に

第Ｉ部では，X1シリーズの最新マシンであるX1turboZについて，その特徴であるグラフィックス機能を中心に解説してゆきます．各章の内容は次のとおりです．

第１章　コンピュータグラフィックスを行う場合に最低限必要とされる事柄について解説します．

第２章　X1turboZに特徴的なグラフィックス機能を，BASICでグラフィックツールを作ることにより解説します．

第３章　X1シリーズのオプションとして発売された立体映像セット（液晶シャッタ方式の３Ｄメガネ）を含めたステレオグラフィックスについての理論を解説します．

第４章　FM音源に関する基本的な事柄について解説します．

第Ｉ部は基本的には，X1turboZユーザーを対象に書かれています．従って，第Ｉ部で掲載したプログラムはturboZ以外の機種に関して，動作確認を行っていませんので，turboZ以外の機種をお持ちの方はご注意下さい．

第1章
グラフィックスの理論

コンピュータグラフィックス(Computer Graphics 略してCGと呼ぶ)というと読者の皆さんはどのようなものを思い浮かべるでしょうか．多分，テレビのコマーシャルや映画等で使用されているきらびやかな映像をイメージされることと思われます．

しかし，そのようなきらびやかな映像も，元を問いただせば頭にコンピュータとつく以上，当り前ですがコンピュータによって作られたものなのです．従ってCG理論の基本というのはコンピュータ上でどのようにしてグラフィックス処理を行うかという，これもまた至極当り前の所から始まっているといえます．

本章では，コンピュータとしてX1turboZを使用した場合のコンピュータグラフィックスに関して，最低限知っておかなければならない事柄を解説します．

1-1 I/Oポート

パソコンは，CPUだけですべての処理を行うわけではなく，SIO,CTCなどという周辺LSIにもある程度処理を任せて，処理の高速化を計っています．I/Oポートは，これらの周辺LSIとやりとりするための窓口のようなものです．パソコンを一つの都市として考えると，CPUは中央指令部で，メモリは住所(アドレス)を持った町と考えられます．そうするとI/Oポートは，港のようなものでしょうか．

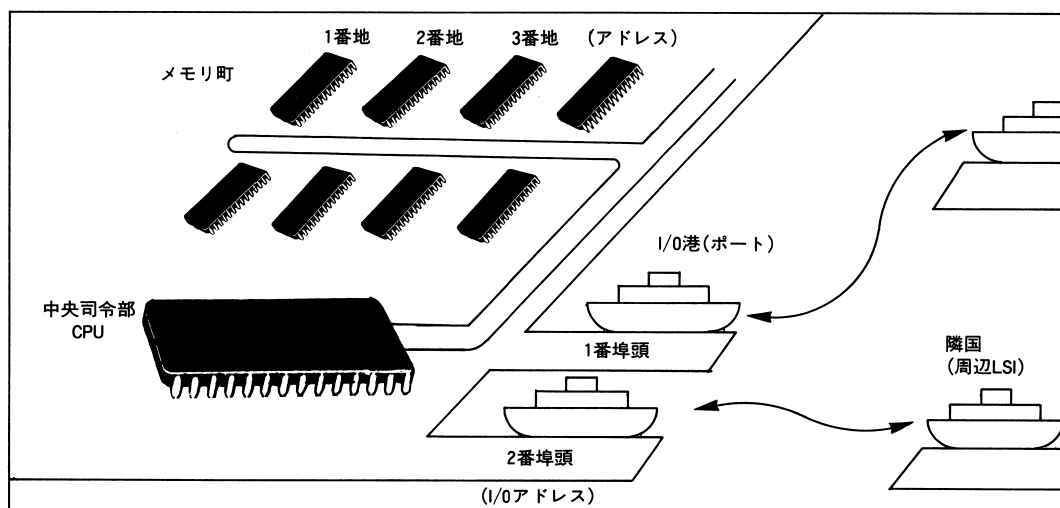



図1-1 I/0ポートは周辺装置とのデータを入出力する港のこと

コンピュータ用語では，アドレス，ポート，マップなど都市にたとえられた表現がよく使われます．これは基板上に立ち並ぶIC群があたかも都市のように見えるためなのかもしれません．

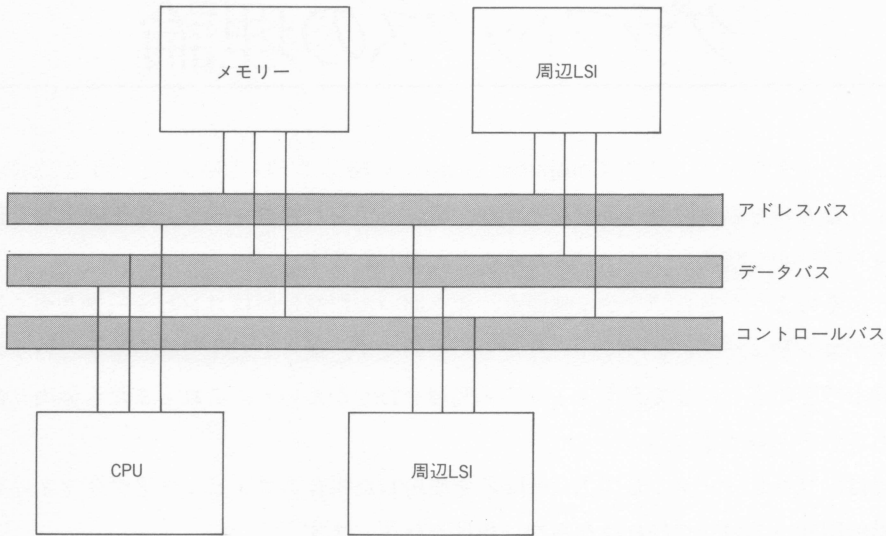



図1-2　パーソナルコンピュータのブロック図(図1-1と同じ意味)

BASICのOUT &H1FB0,&H80というコマンドは&H1FB0で指定される周辺LSIに対して，&H80というコマンド又はデータを送るということです．

```
  OUT      &H1FB0,  &H80
出力する   どこへ    何を
       (何番埠頭へ)
```

逆にA＝INP(&H1FB0)は，&H1FB0で指定される周辺LSIから，データを読み込み，その読み込んだデータをAに入れるということです．

```
   A    =    INP    (&H1FB0)
 どこへ    入力する  どこから
(何番地へ)          (何番埠頭から)
```

指定された周辺LSIに対して，データ又はコマンドを送るというと，指定された住所をたよりに郵便屋さんが手紙を届けるイメージに受けとられます．このように考えても全く問題はないのですが，実際にCPUが内部で行っている処理は多少異なっています．CPUは，周辺LSIに対して，それぞれ別々のコマンドを送っているわけではなく，すべての周辺LSIに対して同じコマンドを送っているわけです．それを周辺LSI側で，自分に対して送られたコマンドかどうか判断し(これをデコードするといいます)自分に対して送られたコマンドのみを実行します．

従って内部処理的にみると，CPUは全ての周辺LSIにスピーカーで呼びかけていると考えた方が良いでしょう．

先程の例だと，
「&H1FB0 さん，&H80 のコマンドを実行して下さい」
と呼びかけているわけです．

よく I／O マップなどに，&H0F ＊＊という記述がなされていることがありますが，これは下位 2バイトはなんでもよいということを意味しています．つまり，I／O ポートを呼び出すとき，フルネームで呼び出さず，名字だけで呼び出すようなものでしょう(一般にこのような場合デコードしていないといいます)．

1-2 V-RAM 構成

画面上に表示されるデータが保存されているメモリーのことを V-RAM と呼びます．V-RAM には，キャラクタコードを保存しているテキスト V-RAM と画面の 1 ドット毎の色情報を保存しているグラフィック V-RAM とがあります．このグラフィック V-RAM も色情報のデータの持ち方によって，パレットモード(コンパチモード)と多色モードに分かれます．この多色モードは，X1turboZ によって拡張されたモードです．

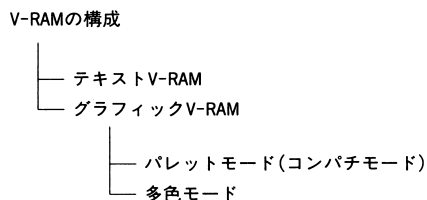



図1-3

※パレットモードのことをマニュアルでは，コンパチモードと呼んでいます．しかし，コンパチモードとここで表記すると，更に新しい機種が出たときに，その機種の多色モードもコンパチモードと呼ばないわけにはいかなくなってしまい混乱する可能性があります．そのため，コンパチモードをパレットモードと表記することにします．

●パレットモードと多色モードについて

パレットモードとは，各画素の色コードを V-RAM 上に持つモードです．色コードとは，パレットレジスタ(ルックアップテーブルともいう)のインデックス値のことであり，X1turboZ では，このインデックスを，アドレスレジスタとデータレジスタに分けて設定します．画面上には，このパレットレジスタにより，R,G,B の各輝度に変換されて表示されます．

これに対して多色モードとは，各画素の輝度を V-RAM 上に持つモードです．即ち，各ピクセル毎に R,G,B それぞれの輝度を直接持つわけです．パレットモードでは色数が V-RAM の枚数により制限されてしまいますが，多色モードの場合このような制限は全くありません．

このようにV-RAMの使い方には2通りあり，各々特徴的な機能を持っていますが，パレットモードに対して多色モードでは，パレットレジスタを固定的に使用しているだけなので，ハードウェアは，全く共通です．

I部の最後に，4096色同時表示モードと，64色2画面モードのパレットレジスタ初期化プログラムを掲載します．4096色モードから64色2画面モードへと切り変えるにはこのパレットレジスタ初期化プログラムを起動させないと正常な画面は表示されません．

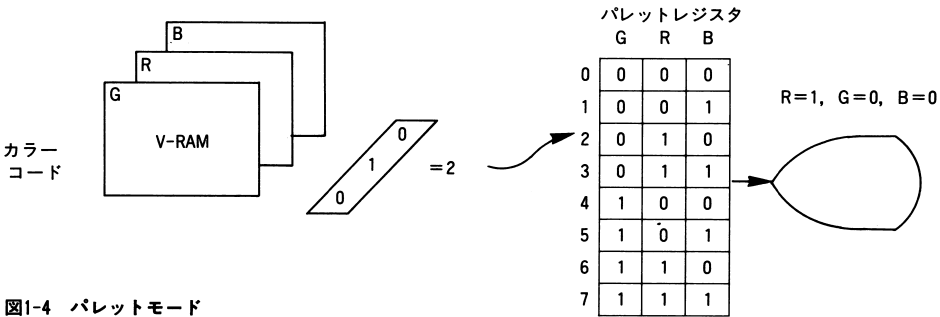



図1-4　パレットモード

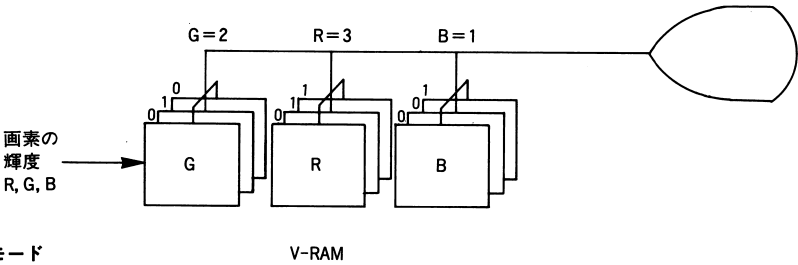



図1-5　多色モード

●パレットモードと多色モードの違い

	パレットモード	多色モード
色　　数	V-RAMの数により制限あり． 例：3面のときは8色	制限なし
階　調　数	階調数を増やすと色数が減るため，階調表現がしにくい．	V-RAMの数 12面のとき RGB 各4階調 6面のとき RGB 各2階調
パレット機能	有	無
使　用　法	色コード毎に色をリアルタイムに変更できるため，色の配色を見るときに便利．	R，G，Bの輝度を直接持つため，ビデオ画像の取り込みや，レイトレーシングなどのコンピュータグラフィックスに便利

表1-1　パレットモードと多色モードの違い

1-3 V-RAMのアドレス

表示モードは解像度によって数種類あります．しかし，大きく分類すると，縦方向と横方向の解像度により，次表のように分類できます．V-RAMのアドレスは，このモードにより決定されます．

		横方向の解像度	
		WIDTH 40 320ドット	WIDTH 80 640ドット
縦方向の解像度	200ドット	320×200	640×200
	400ドット 192(384)	320×400 320×192(384)	640×400 640×192(384)

表1-2 ディスプレイの解像度（X1turboZ）

192ドットモードは，低解像度モニターで高解像度モニターでしか使えない400ドットモードの漢字等を表示するために設けられた互換モードです．従ってV-RAMのアドレスは400ドットモードとほぼ同じ構成となっています．

各モードにおける画面左上の部分のV-RAMアドレスを比較したものを次に示します．

I部の最後に，VRAMのアドレス計算プログラムを掲載してあります．

横 縦	320 200		640 200	
1	4000	4001	4000	4001
2	4800	4801	4800	4801
3	5000	5001	5000	5001
4	5800	5801	5800	5801
5	6000	6001	6000	6001
6	6800	6801	6800	6801
7	7000	7001	7000	7001
8	7800	7801	7800	7801
1	4028	4029	4050	4051
2	4828	4829	4850	4851
3	5028	5029	5050	5051
4	5828	5829	5850	5851
5	6028	6029	6050	6051
6	6828	6829	5850	6851
7	7028	7029	7050	7051
8	7828	7829	5850	7851

320 400 (192/84)		640 400 (192/384)	
4000	4001	4000	4001
4400	4401	4400	4401
4800	4801	4800	4801
4C00	4C01	4C00	4C01
5000	5001	5000	5001
5400	5401	5400	5401
5800	5801	5800	5801
5C00	5C01	5C00	5C01
6000	6001	6000	6001
6400	6401	6400	6401
6800	6801	6800	6801
6C00	6C01	6C00	6C01
7000	7001	7000	7001
7400	7401	7400	7401
7800	7801	7800	7800
7C00	7C01	7C00	7C01
4028	4029	4050	4051
4428	4429	4450	4451
4828	4829	4850	4851
4C28	4C29	4C50	4C51
5028	5029	5050	5051
5428	5429	5450	5451
5828	5829	5850	5851
5C28	5C29	5C50	5C51
6028	6029	6050	6051
6428	6429	6450	6451
6828	6829	6850	6851
6C28	6C29	6C50	6C51
7028	7029	7050	7051
7428	7429	7450	7451
7828	7829	7850	7851
7C28	7C29	7C50	7C51

表1-3 画面左上のV-RAMアドレスの比較

● V-RAMのアドレスの求め方

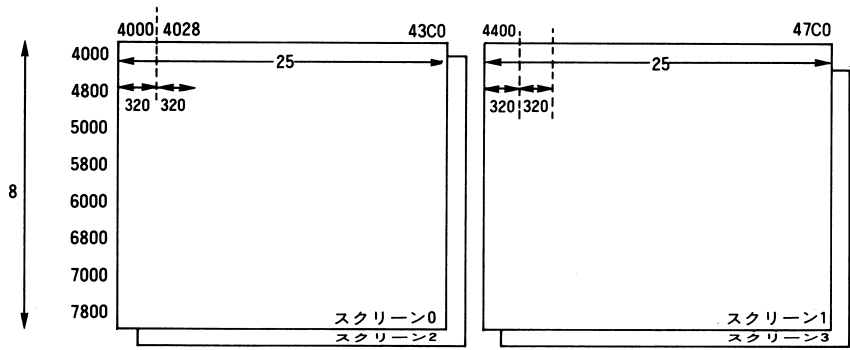



図1-6 320×200ドット(4画面)

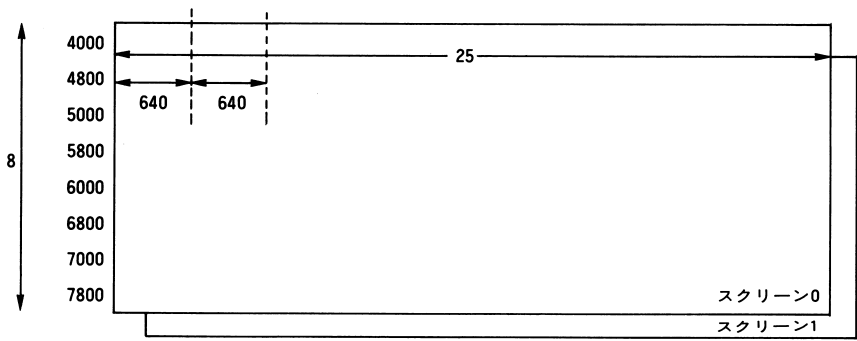



図1-7 640×200ドット(2画面)

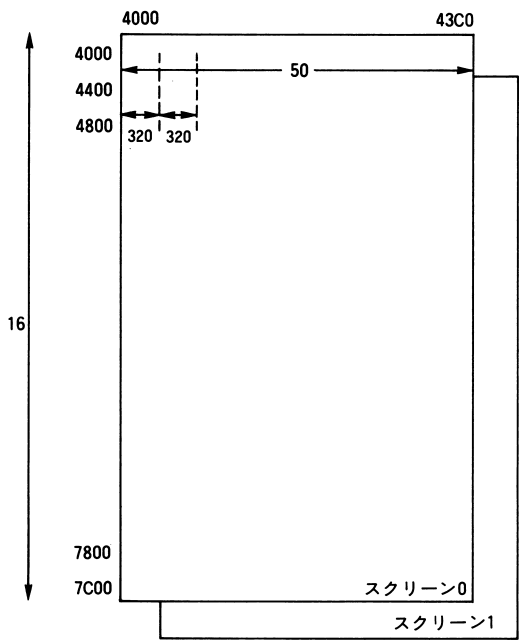



図1-8 320×400(2画面)

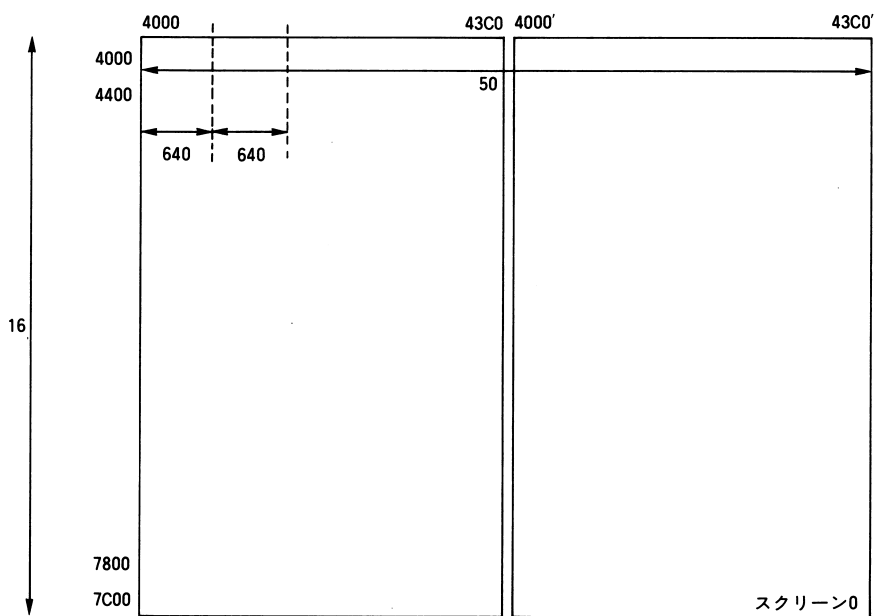



図1-9　640×400(1画面)

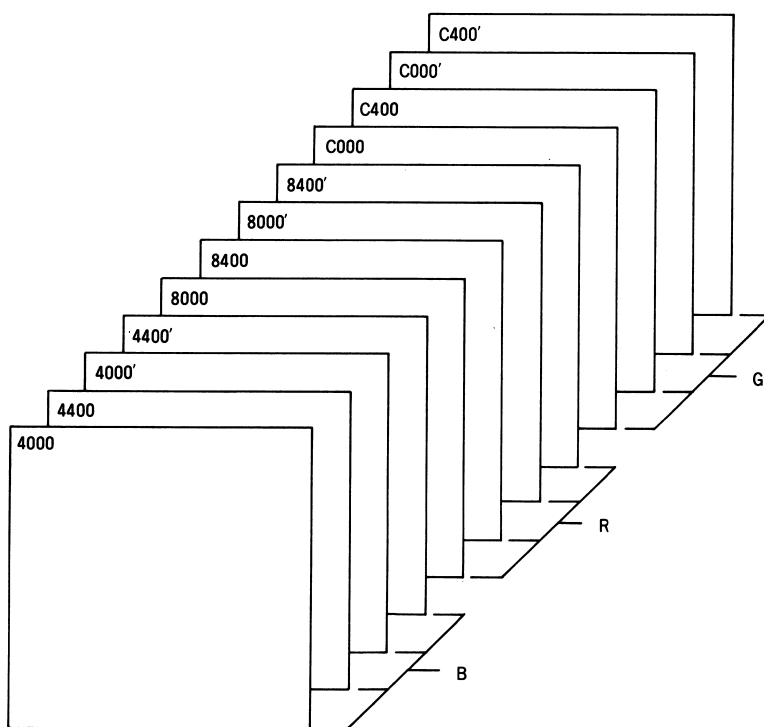



図1-10　320×200(4096色モード)

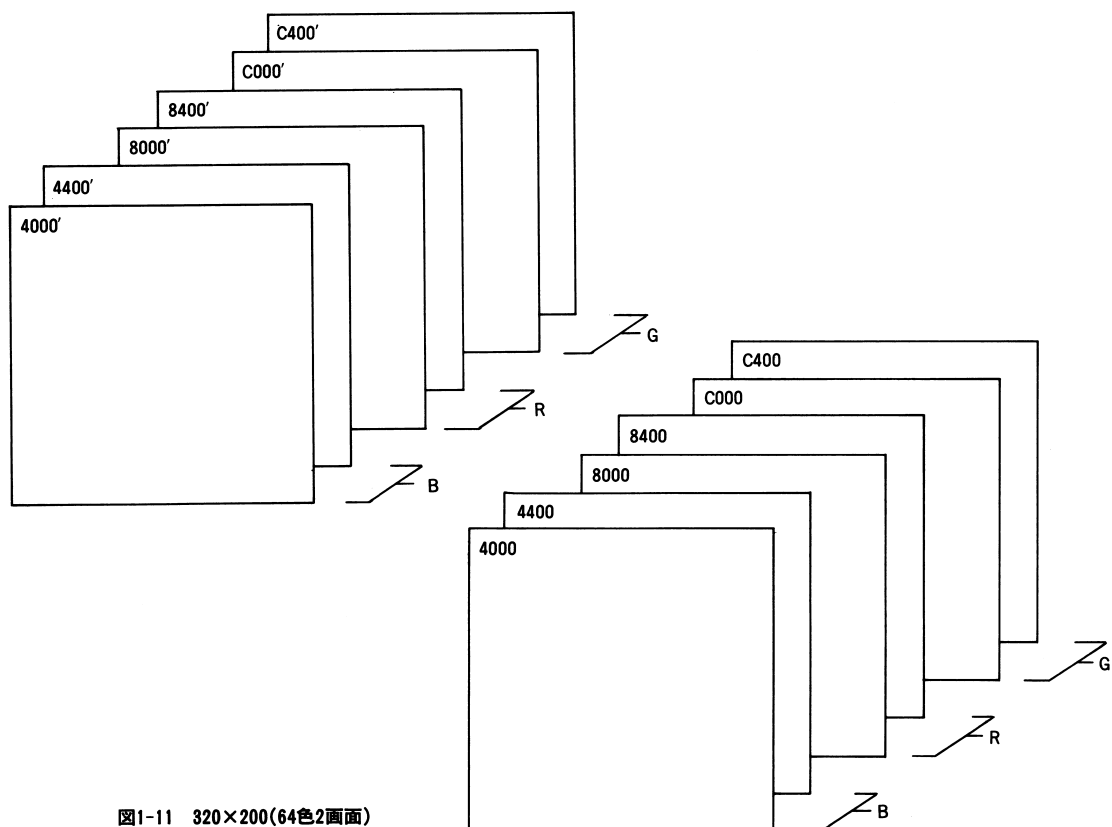



図1-11　320×200(64色2画面)

1-4　ディスプレイの表示の仕組み

ここでテレビ信号の仕様について説明します．

テレビ画面は，RGBの蛍光体に光を当てることによって表示しています．しかし，ある瞬間を見てみると画面上の1ドットしか光っていません．その動作をスローモーションで見るとよく分かるのですが，結局，画面の左上から順番に1ドットずつ光らせているというわけです．画面がちらつきもなく自然に見えるのは，蛍光体がしばらくの間光り続けているのと人間の目の残像現象とによるためです．

また，NTSC信号の場合，走査速度が遅いため，525本の走査線を1本おきに表示するインターレース方式を採用しています．これに対して，高解像度モードでは，1本ずつ表示しています．このような方式を，ノンインターレースといいます．ノンインターレースは，インターレースに比べてちらつきが少なく，見やすい画面となります．

参考までに，EDTVではノンインターレース方式にすることにより，現在のTV放送の画質の向上を目指しています．

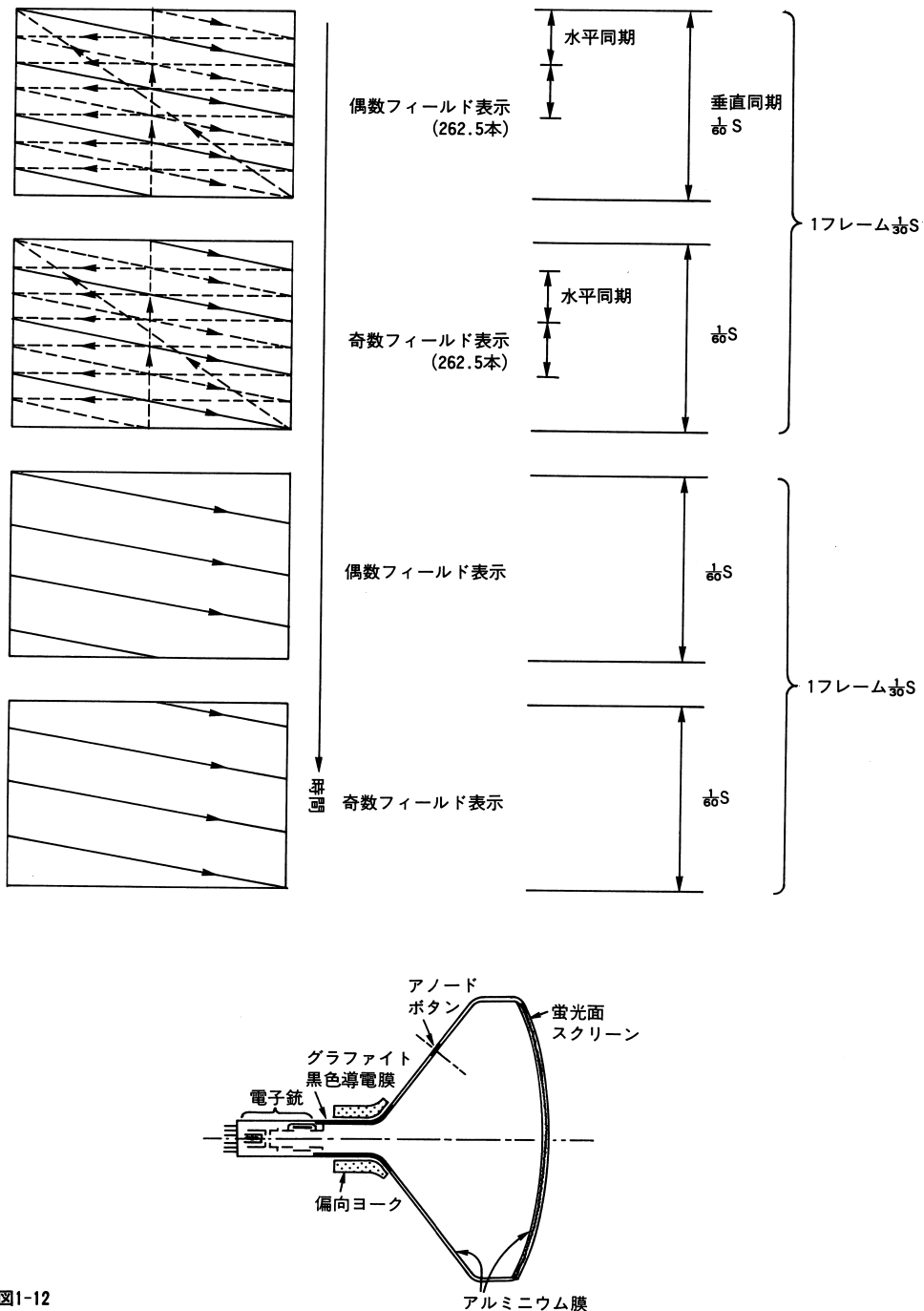



図1-12

テレビの１画面は，偶数フィールドと奇数フィールドから成り立っています．このように，１回の垂直同期の間に表示される262.5本の画像を１フィールドと呼びます．また，偶数フィールドと奇数フィールドを併せたものを，１フレームと呼びます．

1フィールドを走査するのに1／60秒かかるため1フレームの走査では1／30秒かかります．従って，1秒間に30枚の画面を見ていることになります．

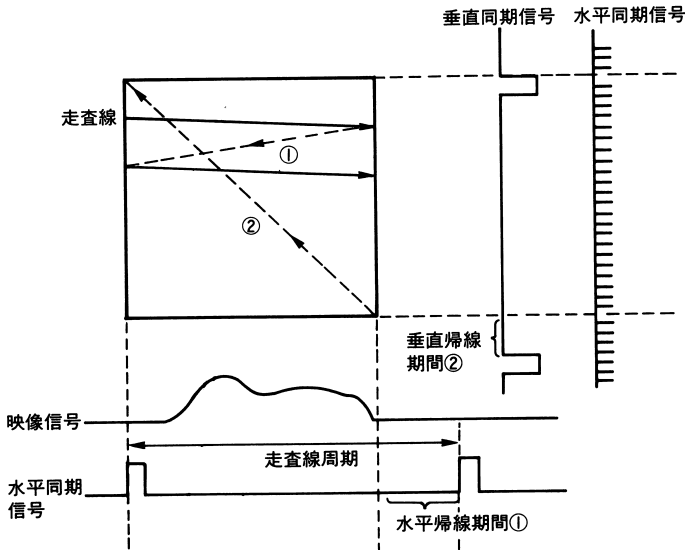



図1-13

1-5 ウィンドウと座標変換

ディスプレイの表示解像度は，使用しているパソコン，及びディスプレイの機種によって異なるのは当然ですが，同一パソコンで複数の表示モードをサポートしているものもあります．この場合，使用するソフトウェアが必要とする色数，解像度に表示を合わせて使用することができます．日本語ワードプロセッサや，表計算ソフトウェアのように色数が少なくても解像度が高いことを要求されるソフトウェアにはそのように合わせ，グラフィックツールやレイトレーシングを行うソフトウェアのように解像度は少し落ちても色数が多いことが要求されるソフトウェアにはそのように合わせるという具合いに，タイプによって解像度を切り換えるという使い方ができます．

X1turboZでも，

640×400ドット	320×400ドット
640×384ドット	320×384ドット
640×200ドット	320×200ドット
640×192ドット	320×192ドット

の各表示モードがサポートされています．

この表示モードのように画面の1ドットに対応する座標系を，画面座標系又は，デバイス座標系と呼びます．この座標系は，物理的に決定されます．

しかし，アプリケーションソフトウェアを作成するとき，このような物理的な座標系を意識して作ると，汎用性がなくなり，移植性も悪くなってしまいます．

そこで，ユーザー座標系と呼ばれる論理的な座標系を定義できるようになっています．ユーザー座標系は，ワールド座標系ともよばれる実数の範囲で定義される広い空間です．このユーザー座標系と画面座標系を対応づけることをウィンドウ，ビューポート変換と呼びます．これはBASICのWINDOWコマンドに対応します．

$$\text{WINDOW}\ \underbrace{(X_S,\ Y_S)-(X_e,\ Y_e)}_{\text{この値をビューポートと呼ぶ}},\ \underbrace{(X_1,\ Y_1)-(X_2,\ Y_2)}_{\text{この値をウィンドウと呼ぶ}}$$

X1のBASICにおいては，WINDOWという1つのコマンドとしてインプリメントされていますが，一般的には，ビューポートという概念とウィンドウという概念に分かれますので，ここでは分けて説明します．

ウィンドウとは，ユーザー座標系のどの部分を表示するかを示すものです．言葉の通り，ユーザー座標系の中に窓をあけて，その中だけが表示されるように決めるわけです．

これに対して，ビューポートとは，ウィンドウによって決められた範囲を画面上のどの部分に表示するかを決めるわけです．

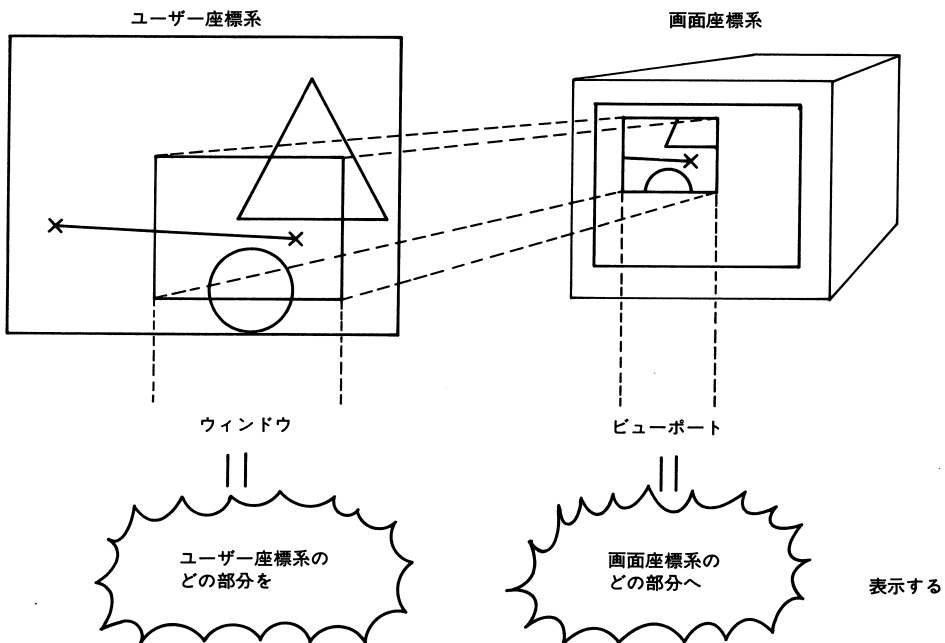



図1-14　ユーザー座標系と画面座標系の対応

これらの，ウィンドウや，ビューポートにより，ユーザー座標系で与えられたデータが，どのように表示されるかを表す変換マトリクスが生成されます．このマトリクスは3×3のマトリクスで表され平行移動とスケーリングが行われます．

ここで，ウィンドウ，ビューポート変換マトリクスについて説明します．

ビューポート　(Xs, Ys)－(Xe, Ye)

ウィンドウ　(X1, Y1)－(X2, Y2)

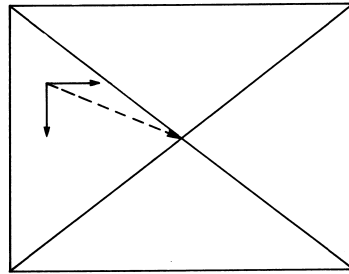



図1-15　平行移動(ウィンドウの中心へ移動する)

まず，ユーザー座標系の原点を，ウィンドウの中心へ移動する変換マトリクスを求めます．

$$M_1=\begin{bmatrix} 1, & 0, & 0 \\ 0, & 1, & 0 \\ -\frac{X_1+X_2}{2}, & -\frac{Y_1+Y_2}{2}, & 1 \end{bmatrix}$$

次に，ウィンドウとビューポートの大きさを合わせます．

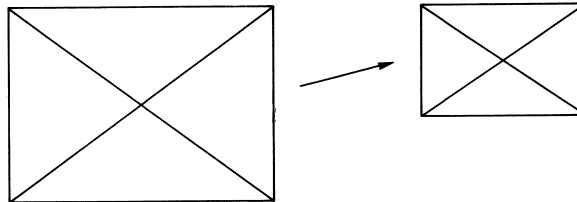



図1-16　スケール(大きさを変える)

$$M_2=\begin{bmatrix} \frac{X_e-X_S}{X_2-X_1}, & 0, & 0 \\ 0, & \frac{Ye-Y_S}{Y_2-Y_1}, & 0 \\ 0, & 0, & 1 \end{bmatrix}$$

最後にビューポートを画面上に配置する変換マトリクスを求めます．

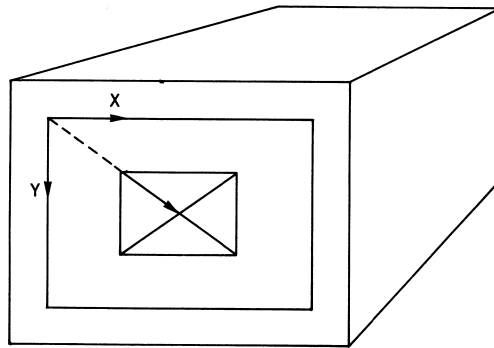



図1-17　平行移動(画面上の表示位置へ移動する)

$$M_3=\begin{bmatrix} 1, & 0, & 0 \\ 0, & 1, & 0 \\ \frac{X_s+X_e}{2}, & \frac{Y_s+Y_e}{2}, & 1 \end{bmatrix}$$

従って，点(X, Y)を変換するときM1,M2,M3を掛けあわせればよいため，変換後の点(X',Y')は

(X',Y',1)＝(X,Y,1)・M1・M2・M3

となります．

この変換のプログラムをＩ部の最後に掲載してあります．

1-6　色の表現(RGBとHSV)

(1)　色の表現方法

色の表現方法にはいろいろありますが，代表的なものとして以下の方法があります．

①RGBモデル　パーソナルコンピュータ，グラフィックディスプレイ

②HSVモデル　美術，デザイン

③CMYモデル　印刷，写真のネガ

パーソナルコンピュータは，RGBモデルでありV-RAMや，パレットレジスタの設定は，RGBで行われます．しかし，美術や，デザインの世界では使いにくいため，HSV方式がよく使われます．CMYモデルは，特殊な用途で使われるため，説明は省略します．

(2) RGBモデルについて

RGBモデルは，直交座標系で表され，Red,Green,Blueの3色の明るさをx,y,z軸とします．

以下に図で示します．

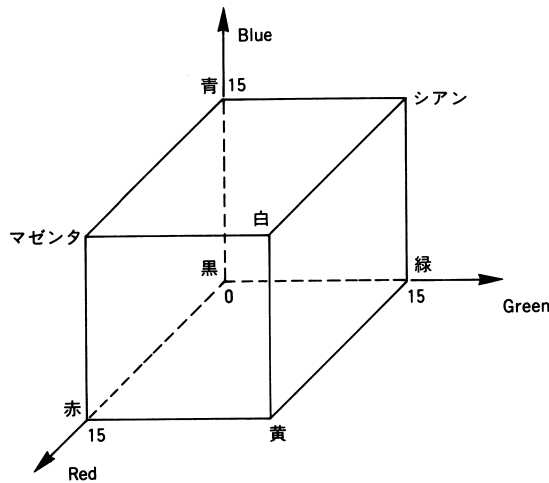



図1-18 RGBモデル

X1turboZ は，R,G,B,各 4 ビットの階調を持つので 2^{4*3} =4096色を表現することができます．

(3) HSV モデル

HSV モデルは，色相(HUE)，彩度(SATURATION)，明度(VALUE)の 3 つの要素で表されます．

色相とは，色あいとも呼ばれるもので，赤青黄などの色の種類を表します．これは，光のスペクトルにより変化します．ただし，波長によるスペクトルではなく仮想的なスペクトルで，色度図と呼ばれます．

彩度とは，飽和度，あざやかさと呼ばれるもので色の濃淡(純粋さ)を表します．これは，無彩色(白，灰，黒)の割り合いにより変化します．

明度とは，輝度，コントラストと呼ばれるもので，色の明るさを表します．これは，光の強さにより変化します．

これらの 3 つの要素を，色立体で表すと図1-19のようになります．中心軸の下から上にいくにつれて明度が増加し，また，この軸を中心にして回転する円周上に色相が表され，角度として表されます．またこのときの半径が彩度を表し，半径が大きいほど純度が増します．

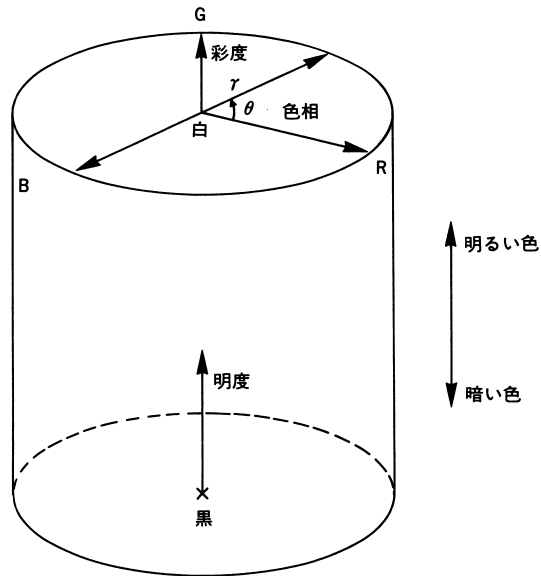



図1-19　HSVモデル

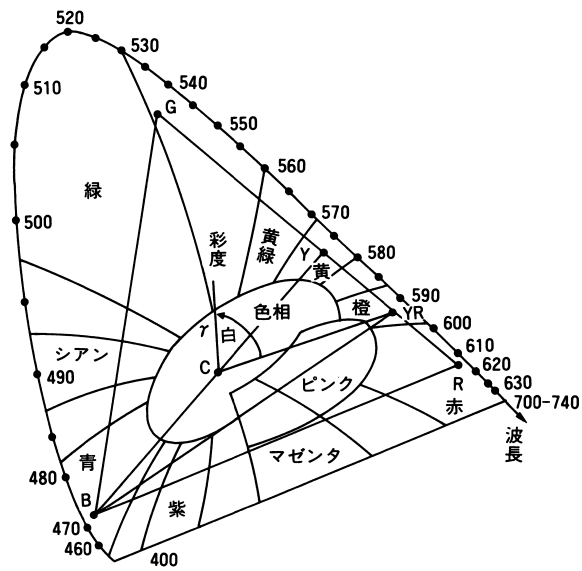



図1-20　色度図

各色の要素とスペクトルと輝度レベルの関係を図で示します．

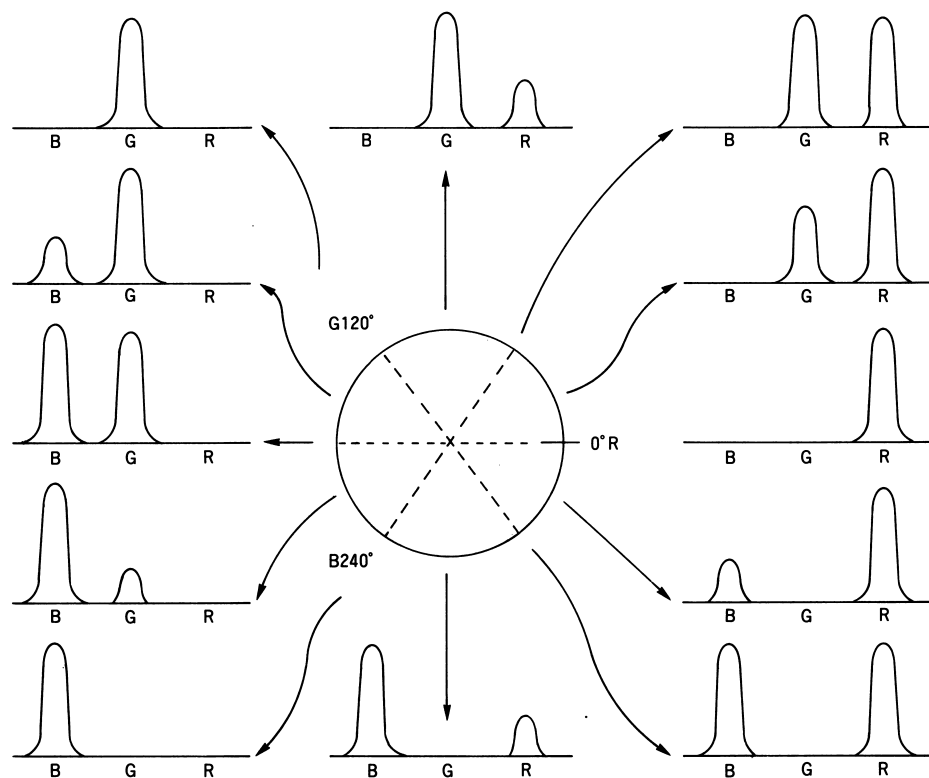



図1-21　色相とスペクトル

図1-22　彩度とスペクトル

輝度レベル
B G R
明るい青

輝度レベル
B G R
明るい黄

輝度レベル
B G R
暗い青

輝度レベル
B G R
暗い黄

輝度レベル
B G R
黒

輝度レベル
B G R
黒

B G R

B G R

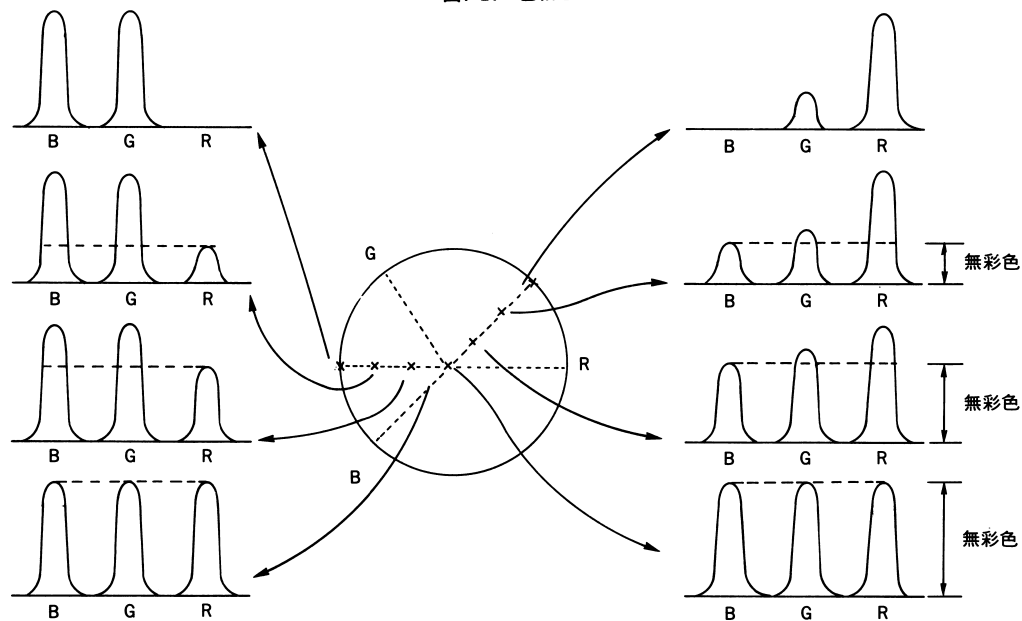
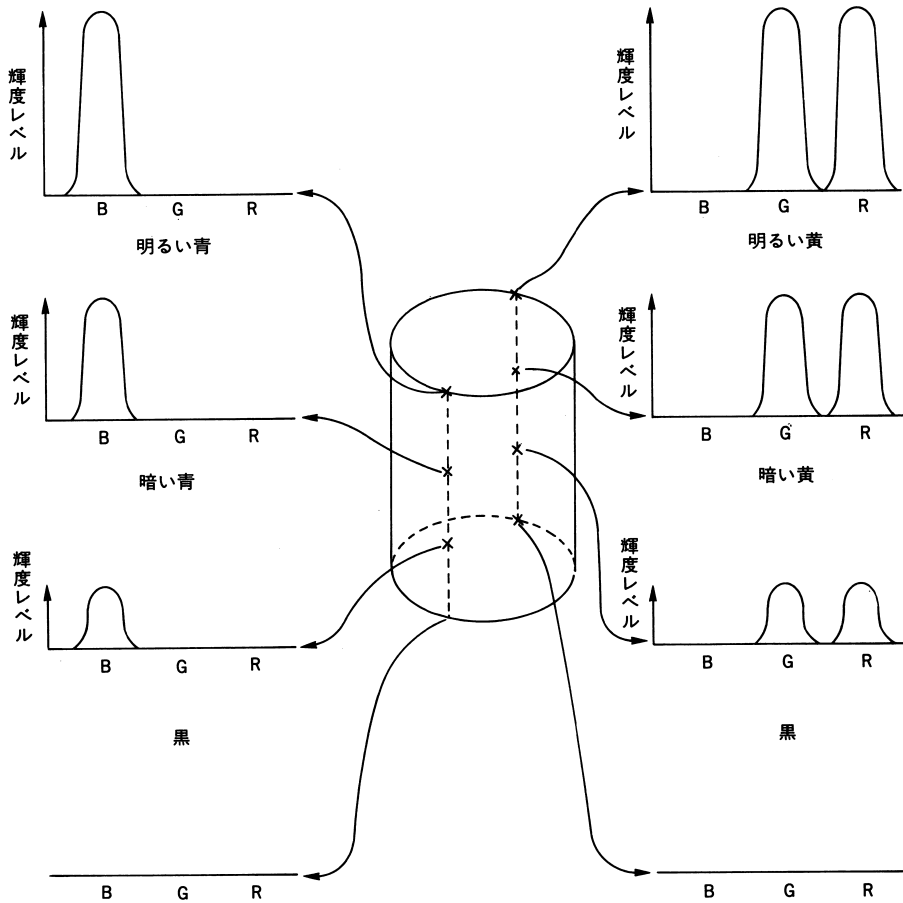



図1-23 明度とスペクトル

(4) HSVモデルからRGBモデルへの変換と逆変換

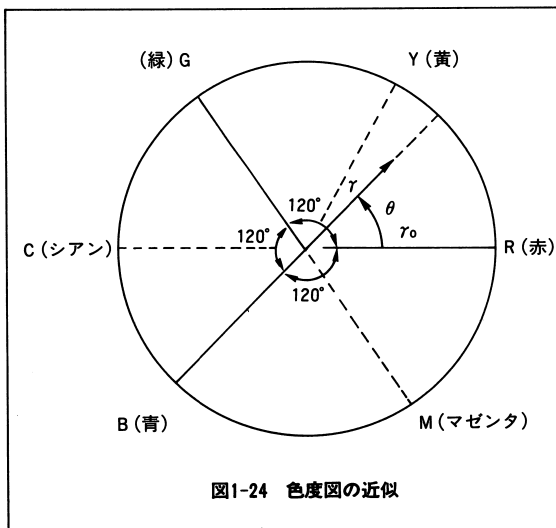



図1-24 色度図の近似

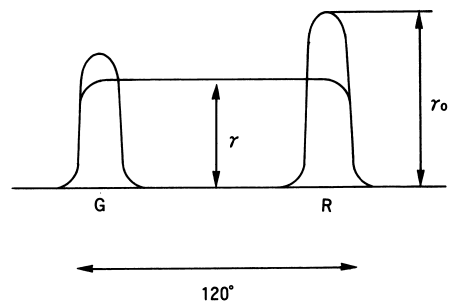



図1-25 スペクトル図

図1-20の色度図を円柱で近似すると図1-24のようになります．

赤を0°とすると，緑は120°，青は240°となります．色相は，度で表す方法とラジアンで表す方法がありますが，度の方が分かりやすいので，度で表すことにします．また彩度と明度は0～100％で表すこととします．

RGB，それぞれの階調数をn，色相をHとすると

$$0° \leqq H \leqq 60° \quad R1 = n$$
$$60° \leqq H \leqq 180° \quad G1 = n$$
$$180° \leqq H \leqq 300° \quad B1 = n$$
$$300° \leqq H \leqq 360° \quad R1 = n$$

となります．ここで，彩度Sは$1-\frac{r}{r_0}$となるから

$$0° \leqq H \leqq 120° \quad B_1 = \frac{n \times (100-S)}{100}$$
$$120° \leqq H \leqq 240° \quad R_1 = \frac{n \times (100-S)}{100}$$
$$240° \leqq H \leqq 360° \quad G_1 = \frac{n \times (100-S)}{100}$$

となります．残りの1色は，色相の比率により求めることができます．

$$0° \leqq H \leqq 60° \quad G_1 = n \times \frac{(100-S)}{100} + n \times \frac{H-0}{60} \times \frac{S}{100}$$
$$60° \leqq H \leqq 120° \quad R_1 = n \times \frac{(100-S)}{100} + n \times \frac{120-H}{60} \times \frac{S}{100}$$
$$120° \leqq H \leqq 180° \quad B_1 = n \times \frac{(100-S)}{100} + n \times \frac{H-120}{60} \times \frac{S}{100}$$
$$180° \leqq H \leqq 240° \quad G_1 = n \times \frac{(100-S)}{100} + n \times \frac{240-H}{60} \times \frac{S}{100}$$
$$240° \leqq H \leqq 300° \quad R_1 = n \times \frac{(100-S)}{100} + n \times \frac{H-240}{60} \times \frac{S}{100}$$
$$300° \leqq H \leqq 360° \quad B_1 = n \times \frac{(100-S)}{100} + n \times \frac{360-H}{60} \times \frac{S}{100}$$

最後に明度Vを考慮すると

$$R = \frac{R_1 \times V}{100}$$
$$G = \frac{G_1 \times V}{100}$$
$$B = \frac{B_1 \times V}{100}$$

となります．

実際にはこのように場合分けをしなくても，MOD開放などを用いてコンパクトにコーディングできます．

I部の最後に，HSVからRGBへの変換とRGBからHSVへの変換プログラムを掲載します．

(5)　光の３原色と色の３原色

光源から出た光を合成すると明るくなり白に近付いていきます．これに対して絵の具やインクをどんどん重ね合わせていくと光を吸収し黒に近付いていきます．その理由は，絵の具やインクによって見える色は，反射光を見ているからです．つまり青く見える絵の具は，青以外の色を吸収しているということです．

光のように，合成していくと明るくなるものを加算混合といいます．これに対し絵の具のように重ねるとどんどん暗くなるものを減算混合といいます．

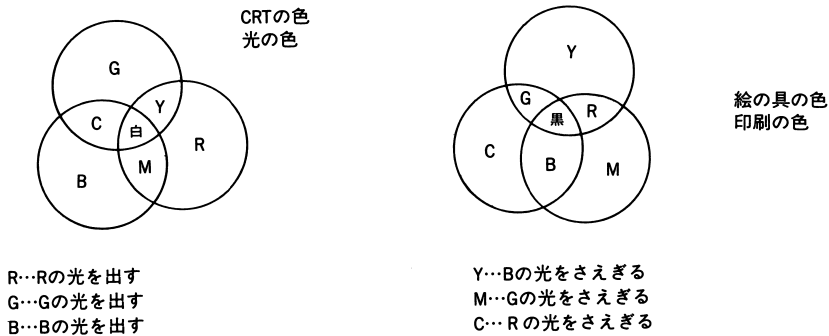



図1-26　RGBとYMCの違い

以下に加算混合，減算混合の例を示します．

(a) 加法混合

(b) 減法混合

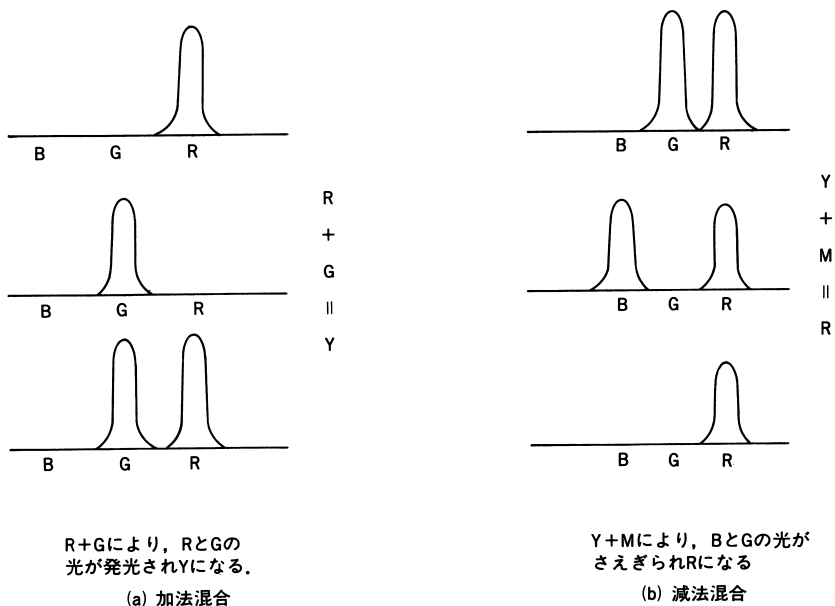



図1-27　加法混合と減法混合の違い

1-7　ディザリング

X1turboZでは，最高4096色の色しか表示できませんが，ディザリング機能を用いると疑似的に1670万色を同時に表示することができます．

普通，疑似的に色数を増やす方法として，タイリング方式とディザリング方式がありますが，タイリング方式は，1ドットの色の忠実性は高いのですが，解像度が落ちてしまうため，あまり実用性はありません．

ディザリング機能は，あくまでも疑似的に色数を増やすため，中間色を使用すると幾何学模様が表示されることがあります．

ディザリング方式にもいろいろありますが，本節では4×4のディザマトリクスを使用する場合を例にとって説明します．

$$D=\begin{bmatrix} 0 & 8 & 2 & 10 \\ 12 & 4 & 14 & 6 \\ 3 & 11 & 1 & 9 \\ 15 & 7 & 13 & 5 \end{bmatrix}$$

ここでDをディザマトリクスといいます．

表示したい点の座標値を(x, y)，表示したい色をR,G,Bとします．ここでRGBは，画面座標系(x, y)の0-15で表される各色の輝度レベルを表します．

i =x AND 3

J =y AND 3

上式で定義されるi, jによりD(i, j)を求めます．

ディザリング後の色を(R',G',B')とすると，

$$R'=\frac{(R*16+D(i,j))}{16}$$

$$G'=\frac{(G*16+D(i,j))}{16}$$

$$B'=\frac{(B*16+D(i,j))}{16}$$

となります

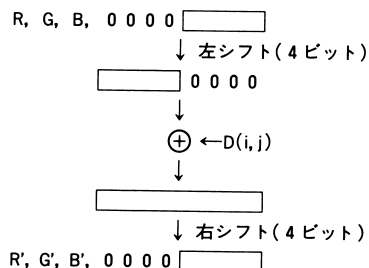



図1-28　ディザリングのしくみ

ディザ値によって輝度が高くなる確率が変わるため，色の細かい変化を表現することができます．

●ディザリングを使用したときの画面

VRAMが2枚のとき，カラーコード0を透明色として使用すると考えると，階調は，22－1＝3階調となります．つまり，輝度が0％，50％，100％の3通りしかないことになります．次にこれを#0％，#50％，#100％として表してディザリングを行ったときと，行なわない時の違いを示します．

①ディザリングなしのとき

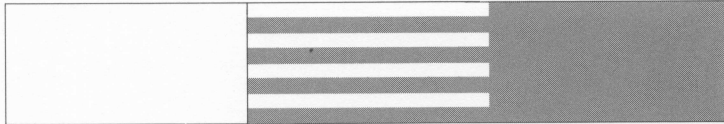



図1-29　ディザリングなしのときの表示

②ディザリングを使用したとき

図1-30　ディザリングを使用したときの表示

遠くから見るとディザリングを使用したときは，除々に色が変化しているように見えます．

第2章
グラフィックツールの製作

本章では，コンピュータグラフィックスに必要な各種の描画アルゴリズムを解説するとともに，多色モードでのグラフィックサブルーチンを提供します．グラフィックサブルーチンは，アルゴリズムの理解を目的としているためすべてBASICで記述しています．その結果，実行速度は決して速いとはいえませんが，IN,OUT文を多用するなど機械語化しやすいコーディングになっています．従って，アルゴリズムを理解された読者は，機械語化を試みるのもよいでしょう．

2-1　各種描画アルゴリズム

2-1-1　直線描画のアルゴリズム

直線描画のアルゴリズムには，いろいろありますが，ここではBresenhanのアルゴリズムについて説明します．直線を引くアルゴリズムにおいては，いかにしてもっとも効率よくとぎれない線を引くかが重要になってきます．このBresenhanのアルゴリズムでは，直線を描画する方法が，x方向の変化量とy方向の変化量によって大きく分けられます．

これは，変化量の大きい方を基準にした方が，分割数が増え，きれいな線が，描けるからです．

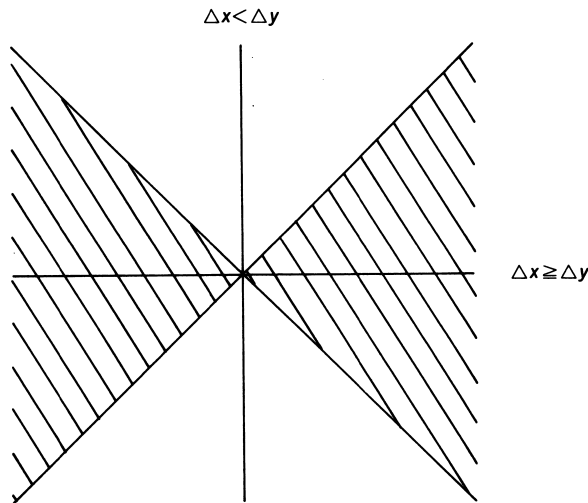



図2-2

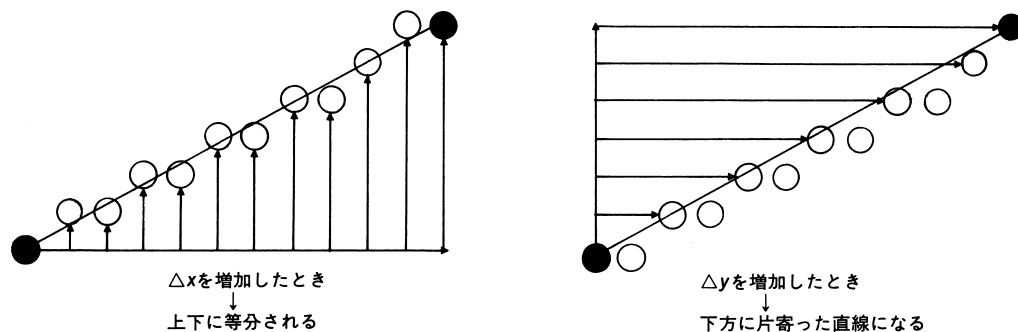



図2-3

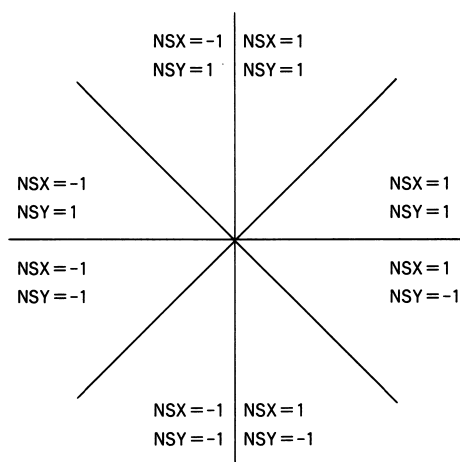



図2-4　xとyの増分値

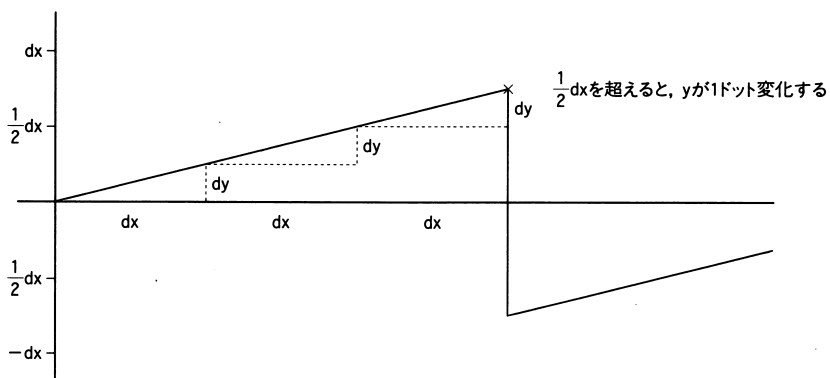



図2-5　誤差項εの変化

直線を描画しようとするとき，変化量の大きい方を１ドット増加または減少させた場合に，もう片方が１ドット増加または，減少するのか，変化しないのかを，誤差項NEで判定します．つまり，誤差項NEが，NDXより大きいか小さいかによって１ドット変化させるかどうかが決定されるわけです．

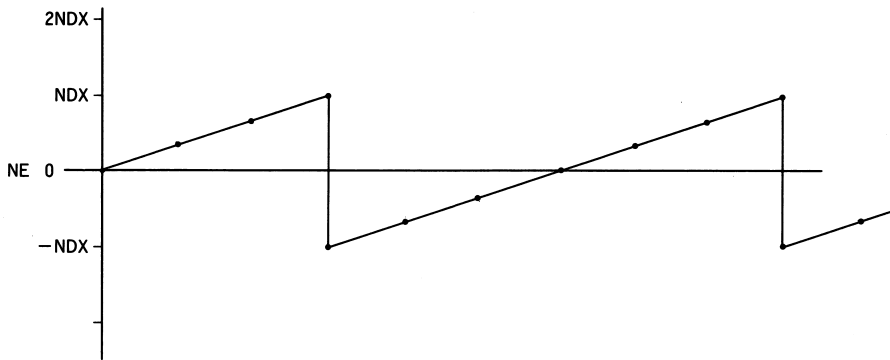



図2-6　整数型誤差項NEの変化

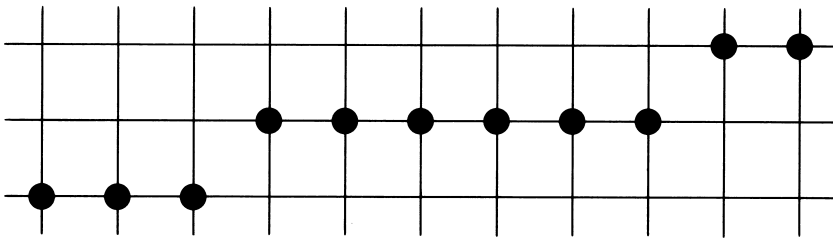



図2-7　画面上のドット表示

2-1-2　グラデーション付きの直線描画

直線を描画するとき，始点と終点の座標値と，直線の色を指定すると，その直線は同じ色で表示されます．ここでは，始点と終点に対して別の色を指定することにより，その間の色を補間し，グラデーションをつけて描画する方法について説明します．

直線を描画するとき，xとyの変化量が大きい方の値を1ドットずつ変化させた方が，きれいな線が描けることはすでに説明しましたが，色についても同じことが言えるため，同様の方法で補間します．本サブルーチンでは，色は，RGBで表すような仕様になっていますので，RGBそれぞれに対して，補間していきます．HSVやカラーコードで表現している場合も，同様にできます．ただし，HSVの場合，HUEは359°の次が0°になるため，注意が必要です．

2-1-3　グラデーション付きの3角形表示アルゴリズム

3角形の頂点の座標値と色を与えることにより，グラデーションを付けて表示する方法は，曲面の多面体表示など3次元グラフィックスではよく使われています．しかしイラストを描くときにも，3点の座標と，色を指定するだけで，その内部にグラデーションをつけて塗りつぶす機能があれば，非常に使いやすいものとなります．そこで，そのアルゴリズムについて説明します．このアルゴリズムは，グーローシェーディングと呼ばれる手法を参考にしています．

画面座標系での3点$P_1(x_1, y_1)$, $P_2(x_2, y_2)$, $P_3(x_3, y_3)$とそれらの点の色$C_1(R_1, G_1, B_1)$, $C_2(R_2, G_2, B_2)$, $C_3(R_3, G_3, B_3)$が与えられているとします．ここで，3角形$P_1P_2P_3$の内部にある任意の点P(x,y)の色を求めてみます．まず，y座標について，ソートすると，次のようになります．

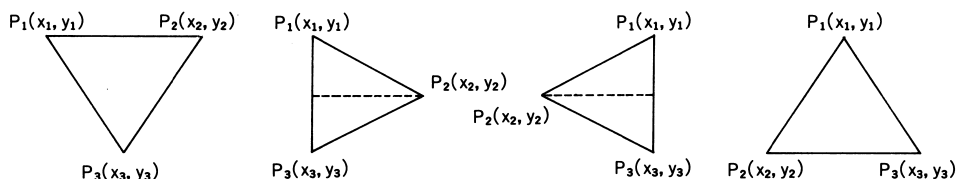



図2-8 三角形の種類

点P_2を通る水平線と辺P_1P_3との交点を$P_4(x_4, y_4)$とすると3角形$P_1P_4P_2$と3角形$P_3P_2P_4$に分けられます．

点Pを通る水平線と3角形との交点を$P_5(x_5, y_5)$, $P_6(x_6, y_6)$とします．点P_5の色とx座標は，P_1P_3を線形補間することにより求めることができます．点P_6の色は，$y_6 \leqq y_2$のときはP_1P_2を線形補間し，$y_6 > y_2$のときは，P_2P_3を線形補間することによって求めることができます．P_5P_6の色が決まれば，グラデーション付のラインと同じ方法で水平線を描画していけばよいでしょう．

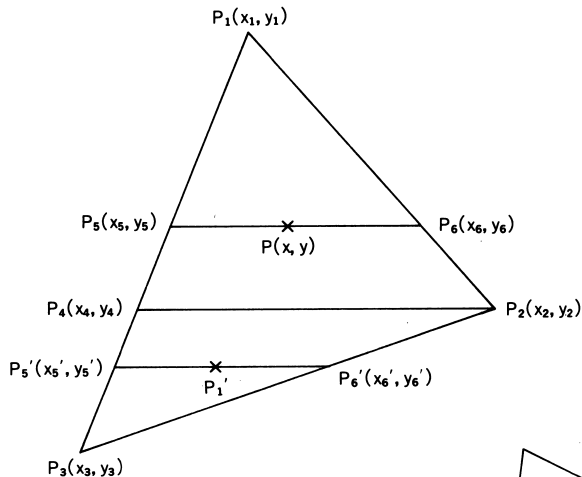



図2-9 描画方法

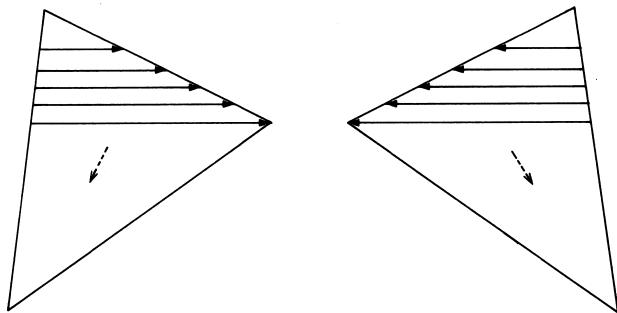



図2-10 描画順序

2-2 グラフィックサブルーチン

2-2-1 本グラフィックサブルーチンの特徴

● MERGE コマンドによるモジュール結合
● GOTO 文と REM 文によるブロック IF 文
●変数名の命令規則によるモジュール変数の分離
●他言語への1対1対応の移植性
●コメント行によるドキュメント化
●ラベル付きサブルーチンによる機能モジュール提供
● DEFINT，etc による，変数の型宣言

(1) MERGE コマンドによるモジュール結合

本グラフィックサブルーチンは行番号が10000行から始まっており，ユーザーの作成するメインルーチンの行番号と重複しないようになっています．ですからメインルーチンは，1～9999で作成し，必要なモジュールを MERGE すればプログラムが完成するようになっています．

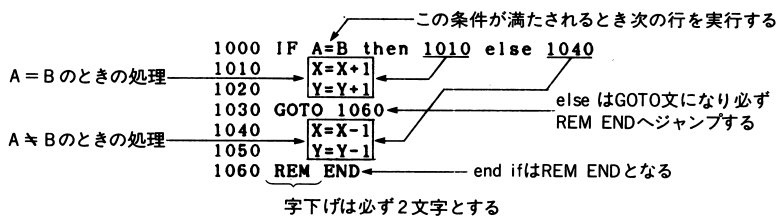
MERGE したままセーブすれば，次回からはそのまま実行できます．

変数名規則さえ守っていれば MERGE したサブルーチンのモジュール変数は，全く意識しなくて構いません．

(2) GOTO 文と REM 文によるブロック IF 文

BASIC では，IF 文を複数行に渡って記述することができません．そのために，プログラムが分かりにくくなったり，他言語への書き換えが難しくなったりしています．そこで GOTO 文と REM 文を用いた，ブロック IF 文により記述します．

ブロック IF に文は次の条件があります．

①フォーマットは次の通りです

② 原則としてブロック IF 文の長さは，画面の1ページ(25行)以内とします．画面上でのデバッグ効率と，モジュール構造を分かりやすくするため，1ページ以内で理解できるようにするわけです．1ページを超えるときは，なるべく，サブルーチン化するようにします．

これにより GOTO 文のジャンプ先も1画面で見られるため，デバッグしやすくなります．

③ GOTO 文は，コメント行へジャンプするようにします．

コメント行以外は，追加削除など，修正が加えられる可能性が大きいため GOTO 文はコメント行へジャンプするようにします．コメント行を記述したくないときは行番号の追加，削除のときに要注意です．

(3)変数名の命令規則

本サブルーチンパッケージでは，モジュール変数という概念を用いています．FORTRAN，C 言語などでは，グローバル変数とローカル変数という概念があり，プログラム作成時に，ローカル変数として，他のモジュールの変数名を気にせずプログラムを作ることができます．しかし，BASIC では，グローバル変数しかなく，サブルーチンで，どのような変数を使用するのかを常に認識していなければなりません．そこで，モジュール変数という概念を用いて，他モジュールの変数を意識せずにプログラムを作成する方法を説明します．

● BASIC でエラーとなる例

@リスト2-2入る

```
FOR I=1 TO 10
  GOSUB "GLINE"
NEXT
END
;
LABEL "GLINE"
  FOR I=1 TO IX
    PSET(IX,IY)
  NEXT
RETURN
```

同じ変数を使用すると
正常に動作しない！

①変数名の命名規則

BASIC 独特の%，$，#などによる変数宣言は行わず，変数の開始文字でデータ型を区別します．また，一般変数，モジュール変数により，開始文字を区別します．

	一般変数	モジュール変数
整数型	I (Integer)	N(iNteger)
実数型	R(Real)	E(rEal)
倍精度型	D(Double)	A(dAburu)
文字型	C(Character)	H(cHaracter)
	1文字目をとる	2文字目をとる

※doubleのO(オー)は0(ゼロ)と誤り易いため
ローマ字記述のAを用います

表2－1

また，FORTRANなどへの移植を考えるのならば，変数名は6文字以内にする必要があります．本サブルーチンパッケージは，すべて6文字以内となっています．

さらに，BASICではA＄とA％とA(1)は別変数として扱えますが，他言語ではこのような記述はできないため，使わないようにします．

また，C言語などへの移植を考えるならば，配列は0からとっておいたほうが良いでしょう．

つまり，すべてのメインプログラムの初めに

```
DEFINT I-N
DEFSNG R,E
DEFDBL D,A
DEFSTR C,H
OPTION BASE 0
```

と記述しておくわけです．

そして，プログラムを作成するときは，I,R,D,Cで始まるようにすればよいわけです．

②ラベル名の命令規則

本サブルーチンパッケージでは，ラベル名はGraphicのGをとって，必ずGで始まるようになっています．従って，メインルーチンではGで始まるラベルはなるべく使わないようにした方が良いでしょう．

(4)ラベル付きサブルーチンの使用法

実際に使用することを考えると，BASICのサブルーチンではなく，CALL文によるアセンブラプログラムの呼び出しにした方が高速で使い易いのですが，今回は，描画アルゴリズムの理解が，目的であるためサブルーチン形式としました．しかし，サブルーチンでは引数渡しができないため，命令規則に合ったモジュール変数に値を代入してから，サブルーチンを呼び出します．

このように記述しておけば，アセンブラ版のCALL命令ができれば，すぐに置き換えが可能です．また，引数渡しが可能な，他言語への移植も容易です．

点を描画するとき

BASICで

```
PSET( x,y,c )
```

と記述するものを

本サブルーチンパッケージでは

```
NX=x : NY=y : NC=c
GOSUB "GPSET"
```

という形態で表現します．

なお，FORTRANやBASICのCALL文では

```
CALL GPSET( x,y,c )
```

C言語では

gpset(x,y,c)

と記述します.

2-2-2 汎用グラフィックルーチンと高速グラフィックルーチン

よく高速グラフィックパッケージという言葉を見かけますが，はたして，高速グラフィックパッケージは良いのでしょうか．もし，全く同じ機能を持つのであれば高速の方が良いことはいうまでもありません．しかし，高速であるこということは，なんらかの機能が欠けていると考えた方が良いでしょう．

マウスで，画面上の座標値を指示して，直線や，曲線を描くときは，ユーザー座標系などは必要ないため，ウィンドウ，ビューポート変換やクリッピングのロジックは全く必要ありません．しかし，CADなどで実数の座標値のモデルを表示するときには，拡大，縮小がスムーズにできなければいけないため，ユーザー座標系は必須の機能となっています．

このように用途に応じて必要な機能だけを取り出すことにより，高速化したものを，高速グラフィックルーチンと考えた方が良いでしょう．

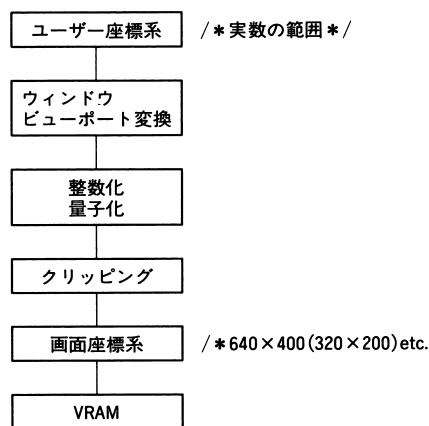



図2-1 汎用グラフィックパッケージの処理

2-2-3 グラフィックスモードの初期化処理

(1)解像度の設定

画面の解像度は，WIDTH文で設定します．

```
320×200    WIDTH 40,25,0,1
640×200    WIDTH 80,25,0,1
```

(2) V-RAM モードの設定

パレットモードか多色モードかの設定は，&H1FB0 で設定します．

多色モード(4096色×1面)　OUT &H1FB0,&H80
多色モード(64色×2面)　　OUT &H1FB0,&H90

(3)スクリーンモードの設定

スクリーンについての初期設定をします．

4096色／64色(バンク0)　OPTION SCREEN 0
　　　　　　　　　　　　SCREEN 0, 0
64色(バンク1)　　　　　OPTION SCREEN 0
　　　　　　　　　　　　SCREEN 2, 2

2-2-4　パレットの初期化

カラーパレットの初期化コマンドは，用意されていないため，プログラムによる初期化が必要です．このパレットはリセットしても初期化されないので，注意しなければなりません．

電源ON の時は，4096色モードとなっているため64色2画面モードにするときは，プログラムで初期化をするしかありません．そこで，64色2画面モード時のパレット初期化ルーチンと4096色同時表示時のパレット初期化ルーチンのプログラムを掲載します．

プログラムの説明をしますと，OUT &H1FB0,&H80 で，多色モードに設定していますが，これは多色モードでないと，パレットの初期化ができないためです．パレットの設定を行うときは，OUT &H1FC5,&H80 を実行してから設定しなければなりません．また，パレットの設定が終了したら，OUT &H1FC5,&H0 を実行しなければなりません．4096色の時は B,R,G の順番にカラーコードと輝度を1つずつ上げていき，16×16×16＝4096色分のカラーコードを設定します．

それに対して，64色2面モードのときは，4×4×4＝64を2回実行すればよいので，128色分のカラーコードを設定するだけでよいのです．

64色2面モードのときに，4096色分のカラーコードを初期化しないのは，おかしいと考えがちですが，64色2面モードのときは，片方のプレーンをマスクして2ビットしか見にいかないため，128色分の初期化で十分なのです．

2-2-5 BASIC で 4096 色同時表示を行う方法

X1turboZ は，4096色同時表示モードをサポートしていますが，BASIC の LINE コマンドや PSET コマンドで，カラーコード4095などと記述すると，Illegal function call というメッセージが出力されてしまいます．Z's STAFF で作成した画面を BASIC 上で表示することはできても，その上に絵を描くことはできません．そこで BASIC で4096色同時表示を可能にするサブルーチンを作成しました．

サブルーチンには，BASIC のグラフィックコマンドを使用した例と，VRAM を直接操作した

例の2つのサブルーチンがあります．前者は比較的高速(といっても一般のBASICより4倍遅い)で，ステップ数も短く理解しやすいようになっています．後者は，非常に遅く，ステップ数も多いのですが，VRAMを直接操作したり，アセンブラ命令と対応が取れるようになっているため，アセンブラ化すれば非常に高速になります．また，BASICの内部処理も理解できるようになっています．(但し，X1turboのBASICが，これと同じアルゴリズムであるかどうかは，確認していません)

このアルゴリズムでは，まず，SCREEN文で，SCREEN 3から描画していきます．SCREEN 3は，4096色モードの場合，最も，輝度の低いビットが，割り当てられています．そこで，NCで与えられたカラーコードの1ビット目を取り出します．取り出したビットが，BLUEならそのまま，REDなら2倍，GREENなら4倍すると，パレットモードのカラーコード(NCOL)になります．

	G	R	B
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

図2-11　パレットモードのカラーコード(初期値)

SCREEN 2は4096色モードの場合，2番目に輝度の低いビットが割り当てられています．そこで(NC AND 2)／2の演算を実行することにより，2ビット目を取り出します．パレットモードへのカラーコードの変換は，SCREEN 3と同じです．

SCREEN 1,SCREEN 0についても，SCREEN 2の2を4，8に変更するだけで全く同じように変換できます．

このようにして，長方形や，円や，円弧なども，4096色モードで描画することができます．当然ビデオ入力した画像の上に重ねて描画することもできるようになります．

しかし，LINEを1本描画するために，このようなコーディングをするのは大変なので，サブルーチンとしておき，座標値と色コードだけ設定するようにすれば使いやすいでしょう．

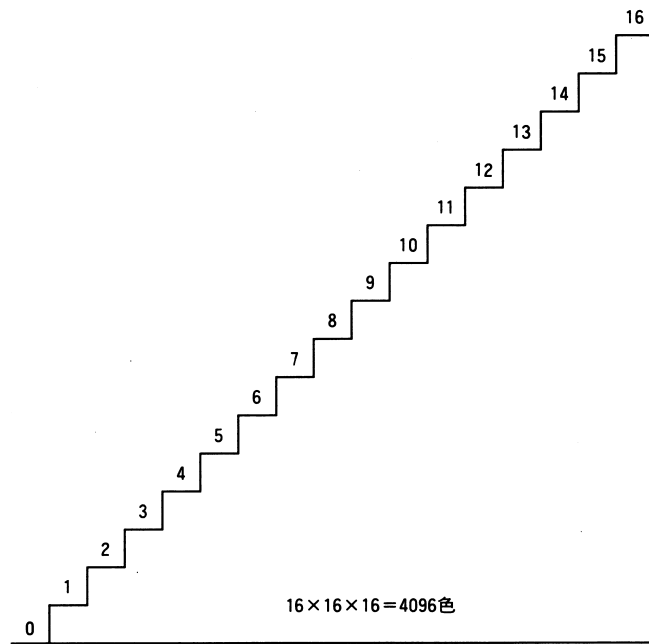



図2-12　4096色の輝度レベル

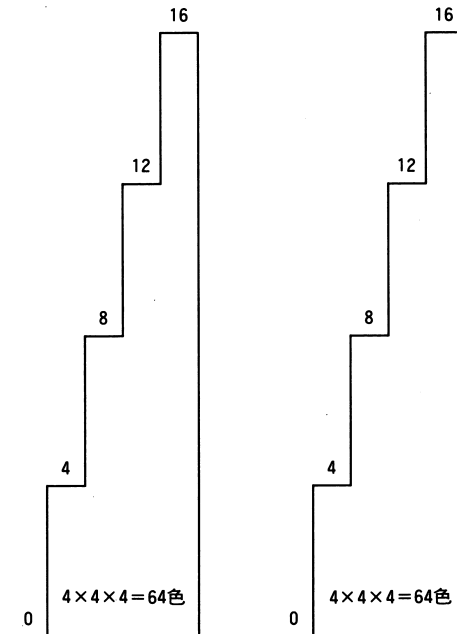



図2-13　64色2面モードのときの輝度レベル

第3章
ステレオグラフィックスの理論

3-1　3次元表示の方法

コンピュータを利用して3次元表示を行う場合，実際に利用されている方法として，現在以下の4通りがあります．

①アナグリフ方式(赤青スクリーン方式)
②ステレオスコープ方式
③偏光板による方式
④液晶シャッタによる時分割方式

この他に，ホログラフィなどの方法もありますが，ラスタスキャン型ディスプレイでの実現が難しいためここでは，述べないことにします．

これらの方法はいずれも，左目用の画像と右目用の画像を作成し，それを各種のフィルタを使用して分離するもので，両眼視差方式と呼ばれます．従って，どの方式も，特殊なめがねを必要とします．

めがね不要の方式として，レンティキュラ板や，IPを使用する方法がありますが，いずれも電気的な信号処理が必要のため除いてあります．

ここでそれぞれの方式の利点，欠点をまとめると次表のようになります．

	めがね	カラー	視　点	観察者	画面の大きさ	ハードウェア
アナグリフ方式	必要 赤青 スクリーン	不可	自由 (ただし映像は変化しない)	複数	1/1	なし
ステレオスコープ方式	必要 レンズ付 (慣れればめがね不要)	可	固定	1人	1/2	なし
偏光板方式	必要 偏光レンズ	可	自由 (ただし映像は変化しない)	複数	1/1	ディスプレイに偏光板とスクリーンが必要
液晶シャッタ方式	必要 液晶シャッタ	可	自由 (ただし映像は変化しない)	複数	1/1	簡単な装置が必要
レンティキュラ板 IP方式	不要	可	自由 (視点を変えると映像を変化する)	複数	1/1	複雑な装置が必要

表3-1　3次元立体映像の分類

3-1-1　アナグリフ方式

この方式は一般に，赤青スクリーン方式として広く知られています．この方式では，左目用の映像を赤，右目用の映像を青で，画面上に重ねて表示します．赤いスクリーンは赤い光しか通さず，青いスクリーンは青い光しか通さないため，左右の目で別々の映像を見ることができます．

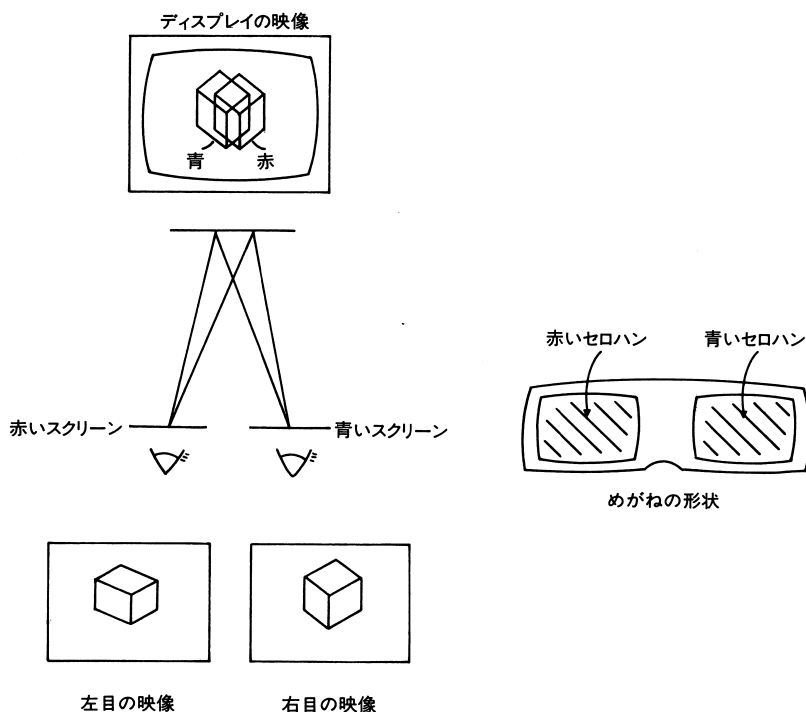



図3-1　アナグリフ方式

アナグリフ方式の利点は，赤と青のセロハンを使えばよいので，容易にめがねが作れることにあります．また，赤と青の2色しか使わないため，カラー信号の処理がやり易く，コンピュータディスプレイ上での実現も容易で，様々な映像を作ることが可能です．

しかし，ただ赤や青といっても光のスペクトルが少しずつ異なっているため，映像が2重になるゴーストが発生する可能性があります．また，色フィルタを使っているためカラー表示はできません．

さらに，赤と青の画像を長時間見ていると目が疲れるという欠点もあります．

3-1-2　ステレオスコープ方式

ステレオスコープ方式では，ディスプレイの画面をたてに2分割し，左側に左目用の画像，右側に右目用の画像を表示します．これを，画面の中心位置から見ることによって，立体的に見ることができます．

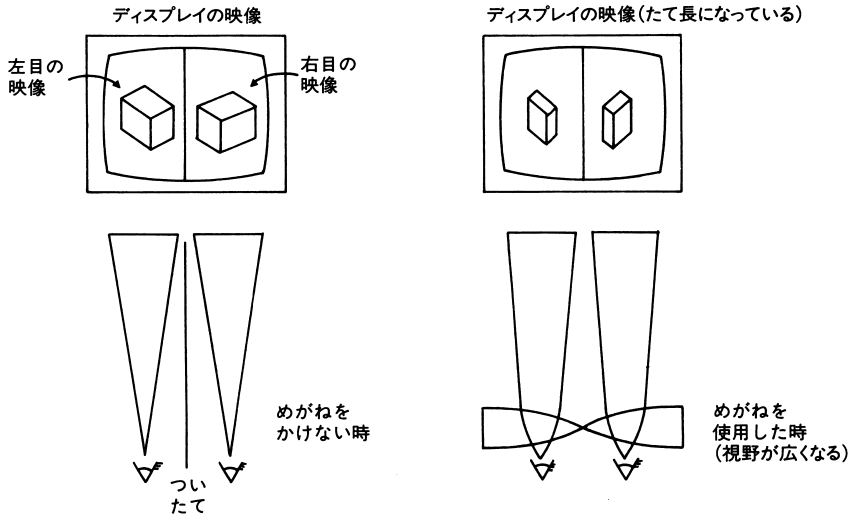



図3-2　ステレオスコープ方式

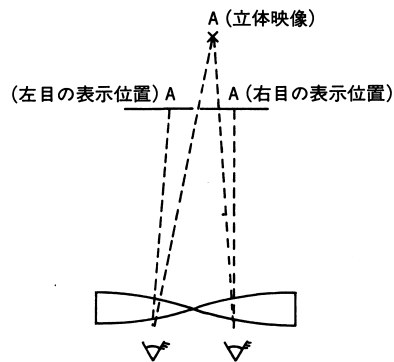



図3-3　立体映像の原理

ステレオスコープ方式の場合，画面を2分割するためそのままでは画面が小さくなってしまいますが，レンズ付きのメガネを使用すれば解決できます．

ステレオスコープ方式は，カラーで3次元表示を行うための最も簡単な方法として知られています．

ただし，この方式の場合，視点が，画面の中央に固定されてしまうため，一人しか見ることができません．

3-1-3　偏光板方式

偏光板方式とは，スクリーンに偏光方向の異なる左右の画像を表示し，観察者が偏光レンズ付きのめがねをかけることによりカラーの立体映像を見ることができる方式です．パソコンなどのラスタスキャン型のディスプレイで，この方式を実現するには，TV画面に偏光をコントロールできる大型液晶シャッタを取り付けなければならず，現在ではまだまだ高価です．

3次元立体映画では，スクリーンに偏光の異なる映像を撮影することにより，かなり実用化されています．

偏光には，直線偏光と，円偏光がありますが，直線偏光は傾くと，画面が見えなくなる欠点があり，円偏光方式の方が優れています．

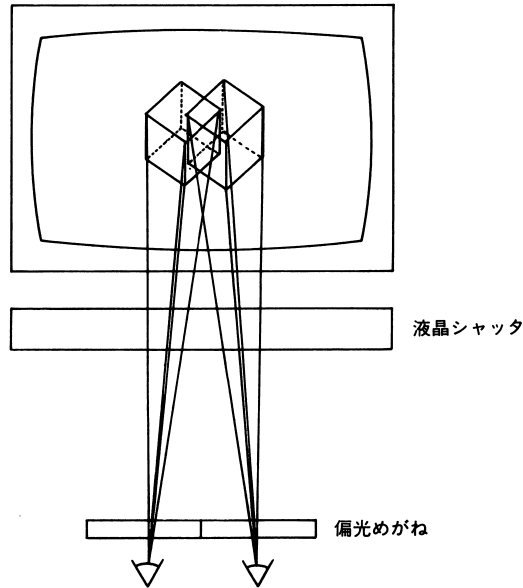



図3-4

3-1-4　時分割方式

時分割方式は，左目と右目の映像を交互に表示して液晶シャッタ付きめがねを，画面と同期をとりながらON／OFFにする方式です．VHDビデオディスク，X1turboなどで採用している方式で，価格も安く，現在最も普及しています．

しかし，時分割方式のためNTSC信号では画面がちらつき，あまり画質は良くありません．また，テレビ信号と同期をとって液晶シャッタをコントロールする必要があるため，めがねについているコードがわずらわしく感じます．

画質の悪さについては，EDTVが実現すればノンインターレース方式で表示できるため，かなり明るくなり，ちらつきも減っていくと思われます．そして，液晶シャッタの開閉速度が向上すれば，もっとちらつきのない画面が，表示できるようになるでしょう．

3-2　3次元立体表示の仕組み

人間はどのようにして，遠近感を得ているのでしょうか．

人間は，さまざまな状況のもとで3次元的な距離を認識します．その中の主なものとして以下に示すものが，挙げられます．

①レンズの焦点距離によるもの
②両眼視差によるもの
③物体の大きさなどによるもの
④物体速度によるもの

①レンズの焦点によるもの

人間がものを見るとき，その物体に焦点を合わせようとしますが，そのときのレンズの膨らみ具合いにより距離を測るものです．ですから片目であっても距離は分かりますが，遠すぎるものに関しては分かりません．

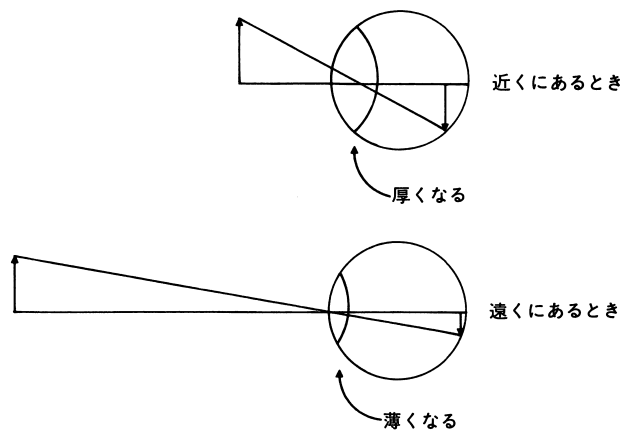



図3-5

②両眼視差によるもの

遠くにあるものと近くにあるものでは，左右の目に見える見え方が異なります．つまり，遠くになればなるほど，左目と右目の映像は同じになります．3次元立体表示機能は，ほとんどこの両眼視差を利用した方式です．

人間の目は，左右の画像のパターン認識を行い，パターンの一致した部分の左右の間隔により，距離を測ります．

X1 turboなどの液晶シャッタによる方式は，この両眼視差によるものです．

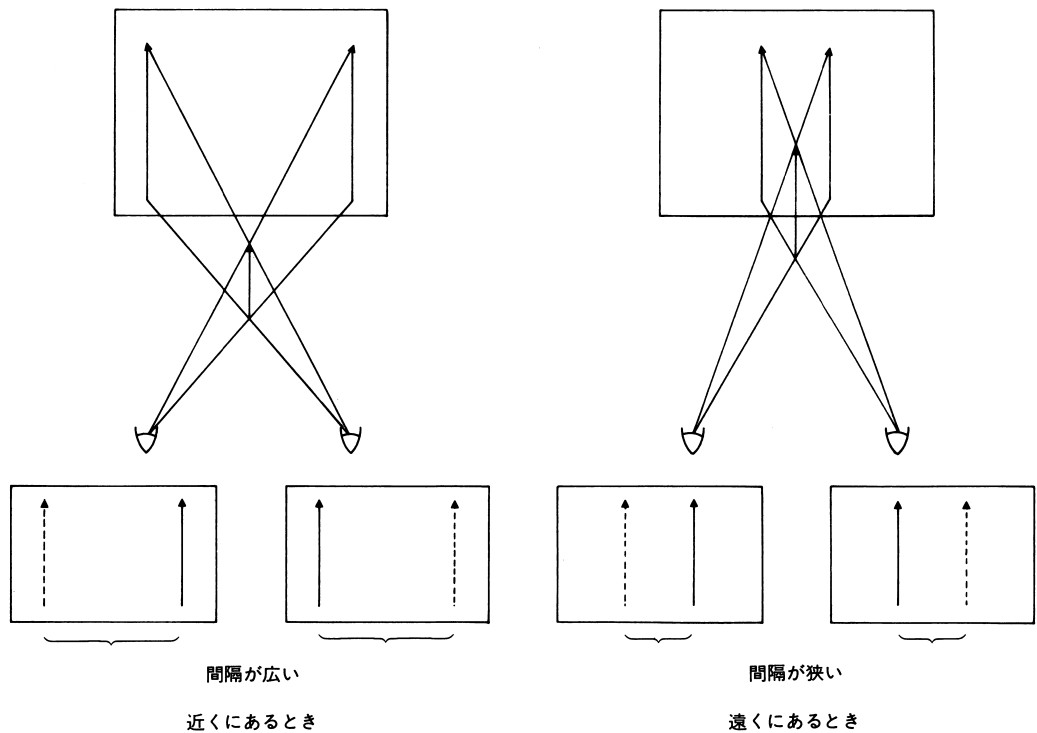



図3-6

③物体の大きさによるもの

同じ大きさのものであれば，手前のものほど大きく見え，遠くにあるものほど小さく見えます．絵画が，立体的に見えるのは，この大きさによる場合が多いです．

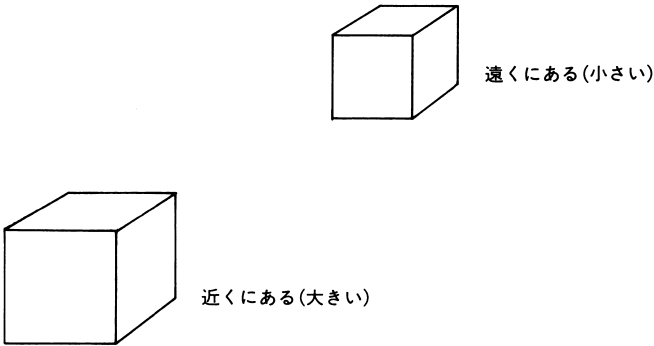



図3-7

④移動速度によるもの

手前のものほど早く動き，遠くのものほど遅く動くため，物体の移動速度でも，距離を知ることができます．

アニメーションなどでは，セル画と背景の移動速度を変えることにより，立体感を出そうとしています．

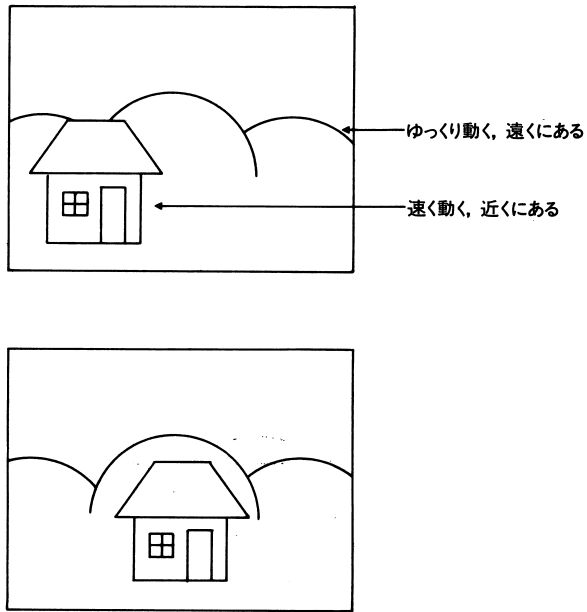



図3-8

第４章
FM音源によるMUSIC機能

4-1　光と音

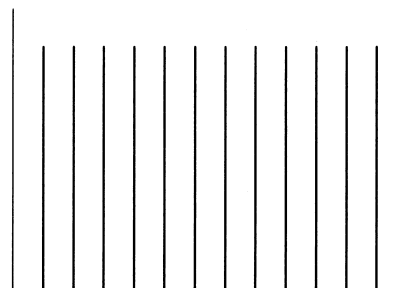
光も音も波の一種です．光は，可視光線ともいわれ，周波数が非常に高い波です．それに対し，音は音波ともいわれ，周波数が低い波です．つまり，音も光も周波数が異なるだけで，同じようなものなのです．

光も音もその周波数成分によって，その性質が異なります．光は，主に色でその性質を表しますが，音は，音色(音の種類)，音程(音の高さ)，音量(音の大きさ)によって，その性質を定義します．これらを音の３要素といいます．

4-2　音色とは

音色とは，音の種類のことです．例えば，ピアノの音とかバイオリンの音とかトランペットの音などと呼ばれているのは，音色のことです．色を光のスペクトルで表したように，音色もスペクトルで表すことができます．スペクトルとは，音の周波数成分の分布のことです．つまり，どの様な周波数の音がどれだけ含まれているかを表したものです．正弦波は，一つの周波数成分しかありませんが，楽器などの音は，基準となる音の２倍，３倍・・・の周波数の音が，含まれています．これらの音を２倍音，３倍音・・・と呼び，基準となる音を基音と呼んでいます．音色は，これらの倍音成分の含まれている割合により変わるわけです．

普通の楽器は，整数倍の倍音からできていますが，打楽器などは，非整数倍の倍音も含まれます．非整数倍の倍音が増加すると，ノイズに近くなります．ノイズとは，すべての周波数成分を同じ様に持っている音のことです．

正弦波のスペクトル

ノイズのスペクトル

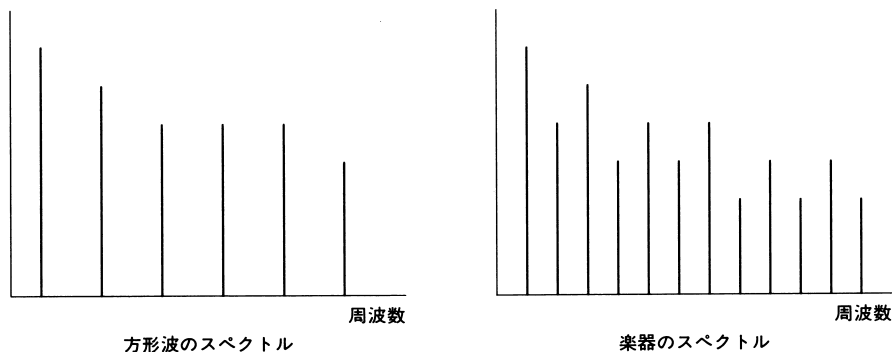



図4-1　音色とスペクトル

4-3　音程とは

音程とは，音の高さのことです．例えば，ド，レ，ミ，ファ，ソ，ラ，シ，ド，といえば音程を表します．音程は，音の周波数によって表されます．高い音ほど周波数が高く，低い音ほど周波数が低くなります．周波数はA3の音といえば，440Hzというように決められています．つまり，音色によって決められた周波数成分によってできる波形を，音程で指定された周波数で繰り返すわけです．

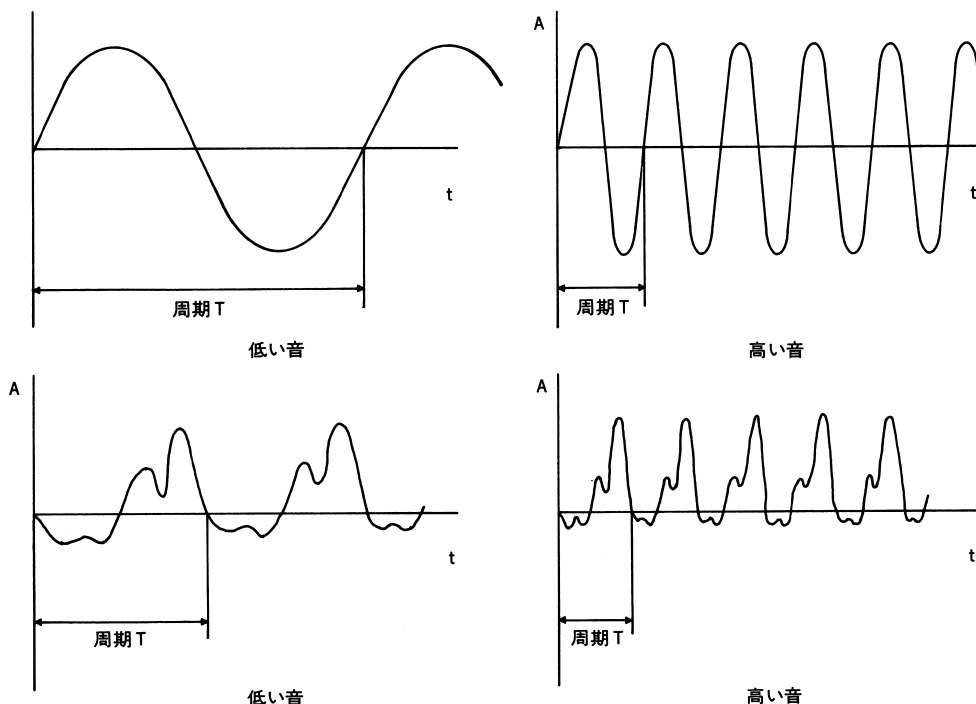



図4-2　音程の違いによる時間と振幅の変化

4-4　音量とは

音量とは，音の大きさのことです．音量は，音の振幅の大きさで表され，単位はdBまたは，ホンで表します．大きな音ほど振幅は大きく，小さな音ほど振幅は小さくなります．

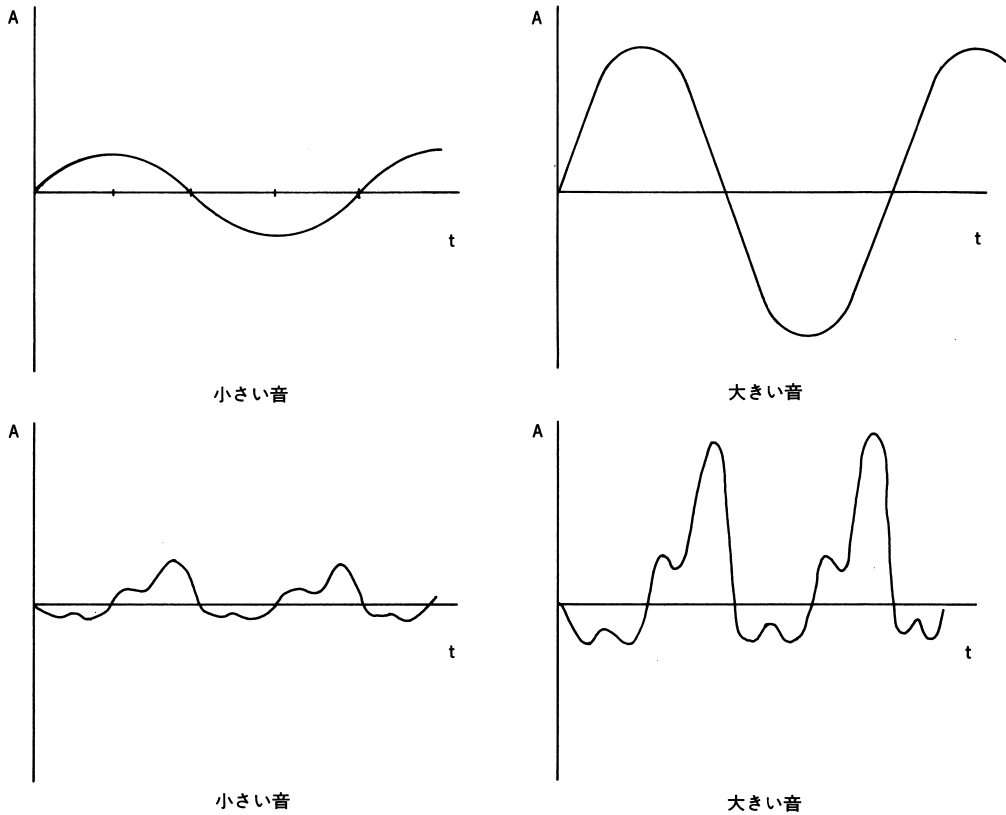



図4-3　音量の違いによる時間と振幅の変化

4-5　音色エディタの機能

音色エディタは，音を作り出すソフトです．ミュージックツールには，200種類もの音色が用意されているため，それだけでも十分いろいろな曲を作ることができます．

音は，適当に操作しても，全く出ないということはありません．しかし，適当に操作して，気に入った音ができたとしても，それは，音を作ったことにはなりません．音を作るとは，頭の中でどのような曲を作るのかを考えてからその音を作りだしていくものです．そのためにはFM音源のしくみについての知識が必要です．そこでFM音源について説明します．

4-5-1　オペレータとは

X1turboZには，オペレータが4つあります．この4つのオペレータを組み合わせることにより，いろいろな音色を作り出すことができます．オペレータにはキャリアとモジュレータがあります．しかし，オペレータとは，単なる正弦波を生成する発振器ですので，キャリア用のオペレータとか，モジュレータというふうに分かれてはいません．実際には，使用法によって，キャリアなのかモジュレータなのか決まります．つまり，キャリアは，音量を決定し，モジュレータは音色を決定します．

オペレータには，フィードバックできるオペレータが1つだけあります．フィードバックとは，オペレータが自分自身に対して変調をかけることです．これは，縦にオペレータを重ねたのと同じ意味になります．X1turboZでは，オペレータ1だけがフィードバックをかけることができます．変調とは，どのようなことなのかを理解するためにI部の最後に，キャリアとモジュレータの周波数により，音の波形がどのように変化するかを見ることのできるプログラムを載せてあります．

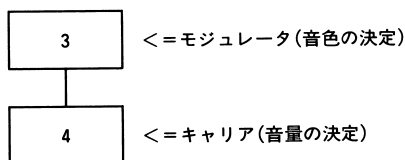
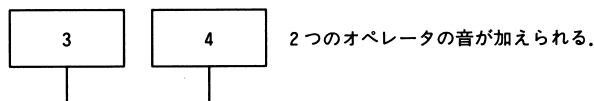
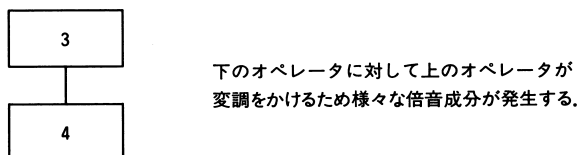
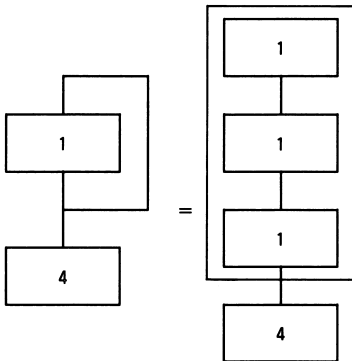



図4-4

4-5-2　アルゴリズムとは

オペレータの組合せ方をアルゴリズムといいます．X1turboZでは，8つのアルゴリズムがあります．キャリアは，最下段に位置しています．また，モジュレータは二段目以上に位置しています．アルゴリズムには，いろいろな型があるので理解しにくいと思いますが，基本的には2つのオペレータの合成に置き換えて考えることができます．

このように，オペレータを並列に並べて合成すると２つのキャリアの周波数成分が加えられるだけです．それに対して，変調をかけたときは，様々な倍音声分を作り出すことができます．また，モジュレータに対して変調をかけることもできるため，変調効果を大きくしたいときは，オペレータを縦に直列に並べた方が良いです．

次の図に示すように，複雑なアルゴリズムも，２つのオペレータの合成に置き換えて考えることができます．

・フィードバックがあるとき

・複数のモジュレータがあるとき

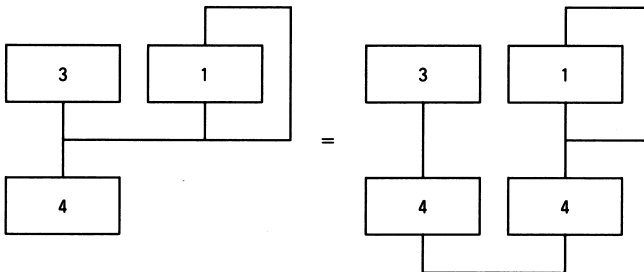



図4-7

・複数のキャリアにフィードバックがあるとき

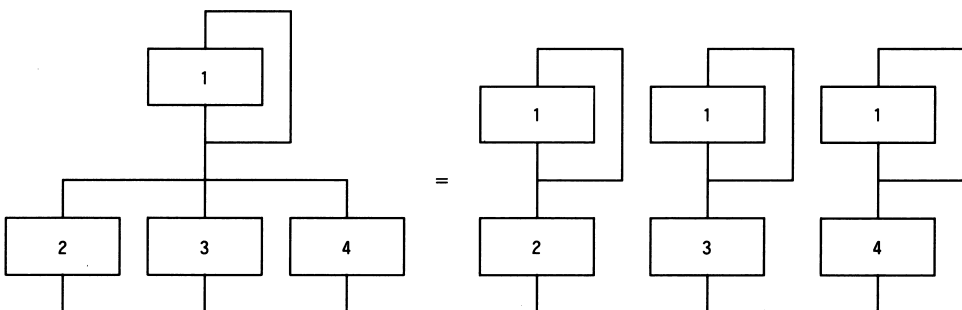



図4-8

4-5-3　エンベロープとは

音には，時間的な変化があります．例えば，ピアノの鍵盤をたたくと，その瞬間には最も大きくなり，それからキーを押している間は，ゆっくりと小さくなっていきます．そして，キーを離してから，しばらくすると音は聞こえなくなります．このような音の時間的な変化をエンベロープといいます．楽器の音の場合，音程がずれては困るため，音程は一定ですが，音量と音色は，時間的に変化します．音量を変化させるときは，キャリアに対してエンベロープを効かせます．それに対して音色を変化させるときは，モジュレータに対してエンベロープを効かせます．

キャリアのエンベロープ　　：　音量の時間的変化
モジュレータのエンベロープ　：　音色の時間的変化

エンベロープは，AR,1DL,1DR,2DR,RR の5つのパラメータによって設定されます．最後にRのつくものは，RATE といい，速度を表します．これに対して，Lのつくものは，LEVEL といい大きさを表します．

また，音の鳴り始める時間，つまりピアノの鍵盤をたたいた時間や，トランペットを吹き始めた時間を，KEY　ON といいます．これに対して，音の鳴りやむ時間，つまりピアノの鍵盤を離した時間や，トランペットを吹くのをやめた時間を，KEY　OFF といいます．

1. AR (ATTACK　RATE)

AR とは，KEY　ON から，音が最大になるまでの速度のことです．音の立ち上がりを決めるパラメータで，ピアノなどは大きく，バイオリンなどは小さくなっています．

2. 1DL (1st　DECAY　LEVEL)

音は，KEY ON の瞬間，大きな音がでますが，その後持続状態が保たれます．1DL とは，接続状態が始まるときの，音のレベルのことです．

3. 1DR (1st　DECAY　RATE)

1DR とは，最大レベルから，1DL で設定したレベルになるまでの速度のことです．

4. 2DR (2nd　DECAY　RATE)

2DR とは，持続状態での音の減衰する速度のことです．2DR があまりに大きすぎると音はよく出なくなってしまいます．

5. RR (RELEASE　RATE)

RR とは，KEY　OFF から音が聞こえなくなくなるまでの速度のことです．RR が小さい程，余韻が残ります．

グラフィックサブルーチン一覧

ウィンドウ・ビューポート変換のプログラム

```
10   name "WINDOW"
1000 '
1010 ' WINDOW VIEW PORT CONVERT PROGRAM
1020 '    Programmed by Joe Masumura
1030 '
1040 ' VALIABLE INITIALIZE
1050 '
1060 '     IVX1 : ﾋﾞｭｰﾎﾟｰﾄ ﾉ ﾋﾀﾞﾘｳｴ ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1070 '     IVY1 : ﾋﾞｭｰﾎﾟｰﾄ ﾉ ﾋﾀﾞﾘｳｴ ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1080 '     IVX2 : ﾋﾞｭｰﾎﾟｰﾄ ﾉ ﾐｷﾞｼﾀ  ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1090 '     IVY2 : ﾋﾞｭｰﾎﾟｰﾄ ﾉ ﾐｷﾞｼﾀ  ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1100 '     IWX1 : ｳｨﾝﾄﾞｳ   ﾉ ﾋﾀﾞﾘｳｴ ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1110 '     IWY1 : ｳｨﾝﾄﾞｳ   ﾉ ﾋﾀﾞﾘｳｴ ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1120 '     IWX2 : ｳｨﾝﾄﾞｳ   ﾉ ﾐｷﾞｼﾀ  ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1130 '     IWY2 : ｳｨﾝﾄﾞｳ   ﾉ ﾐｷﾞｼﾀ  ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1140 '     IX1  : ﾁｮｸｾﾝ ﾉ ｼﾃﾝ ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1150 '     IY1  : ﾁｮｸｾﾝ ﾉ ｼﾃﾝ ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1160 '     IX2  : ﾁｮｸｾﾝ ﾉ ｼｭｳﾃﾝ ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1170 '     IY2  : ﾁｮｸｾﾝ ﾉ ｼｭｳﾃﾝ ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1180 '
1190 DEFINT I-N   ' 変数宣言
1200 DEFSNG R,E
1210 DEFDBL D,A
1220 DEFSTR C,H
1230 OPTION BASE 0
1240 '
1250 ' GRAPHIC INITIALIZE  ' グラフィックスの初期化
1260 '
1270 OPTION SCREEN 0
1280 SCREEN 0,0
1290 WIDTH 80,25,1,0
1300 WINDOW
1310 KLIST 0
1320 CONSOLE 0,25
1330 '
1340 ' ﾋﾞｭｰﾎﾟｰﾄ ﾉ ｾｯﾃｲ
1350 '
1360 CLS
1370 PRINT "VIEW PORT (X1,Y1,X2,Y2)"  ' ビューポートの入力
1380 INPUT IVX1,IVY1,IVX2,IVY2
1390 '
1400 IF IVX1>IVX2 THEN 1360  ' エラーチェック
1410 IF IVY1>IVY2 THEN 1360
1420 IF IVX1<0 OR IVY1>399 THEN 1360
1430 IF IVY1<0 OR IVY1>639 THEN 1360
1440 IF IVX2<0 OR IVY2>399 THEN 1360
1450 IF IVY2<0 OR IVY2>639 THEN 1360
1460 '
1470 LINE(IVX1,IVY1)-(IVX2,IVY2),PSET,1,B  ' ビューポートの描画
1480 '
1490 ' ｳｨﾝﾄﾞｳ ﾉ ｾｯﾃｲ
1500 '
1510 PRINT "WINDOW (X1,Y1,X2,Y2)"  ' ウィンドウの入力
1520 INPUT IWX1,IWY1,IWX2,IWY2
1530 '
1540 IF IWX1>IWX2 THEN 1460  ' エラーチェック
1550 IF IWY1>IWY2 THEN 1460
1560 '
1570 ' ﾁｮｸｾﾝ ﾉ ﾋﾞｮｳｶﾞ
1580 '
1590 PRINT "X1,Y1,X2,Y2"  ' 座標値の入力
1600 INPUT IX1,IY1,IX2,IY2
```

```
1610 '
1620 IF IX1<IWX1 OR IX1>IWX2 THEN 1580    ' エラーチェック
1630 IF IY1<IWY1 OR IY1>IWY2 THEN 1580
1640 IF IX2<IWX1 OR IX2>IWX2 THEN 1580
1650 IF IY2<IWY1 OR IY2>IWY2 THEN 1580
1660 '
1670 GOSUB "GTRAN"  ' 座標変換
1680 '
1690 LINE(IX1,IY1)-(IX2,IY2),PSET,5  ' 直線の描画
1700 '
1710 END
1720 '
1730 ' ｳｨﾝﾄﾞｳ ﾋﾞｭｰﾎﾟｰﾄ ﾍﾝｶﾝ
1740 '
1750 '    IX1 : ﾃﾝ 1 ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1760 '    IY1 : ﾃﾝ 1 ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1770 '    IX2 : ﾃﾝ 2 ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1780 '    IY2 : ﾃﾝ 2 ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1790 '
1800 LABEL "GTRAN"
1810    IX1=IX1-(IWX2+IWX1)/2              ' 平行移動
1820    IX1=(IVX2-IVX1)/(IWX2-IWX1)*IX1    ' スケール
1830    IX1=IX1+(IVX2+IVX1)/2              ' 平行移動
1840    '
1850    IY1=IY1-(IWY2+IWY1)/2              ' 平行移動
1860    IY1=(IVY2-IVY1)/(IWY2-IWY1)*IY1    ' スケール
1870    IY1=IY1+(IVY2+IVY1)/2              ' 平行移動
1880    '
1890    IX2=IX2-(IWX2+IWX1)/2              ' 平行移動
1900    IX2=(IVX2-IVX1)/(IWX2-IWX1)*IX2    ' スケール
1910    IX2=IX2+(IVX2+IVX1)/2              ' 平行移動
1920    '
1930    IY2=IY2-(IWY2+IWY1)/2              ' 平行移動
1940    IY2=(IVY2-IVY1)/(IWY2-IWY1)*IY2    ' スケール
1950    IY2=IY2+(IVY2+IVY1)/2              ' 平行移動
1960 RETURN
1970 '
```

RGBからHSVへの変換プログラム

```
10 ' name "RGB2HSV"
1000 '
1010 ' R.G.B. H.S.V. CONVERT PROGRAM
1020 '    Programmed by Joe Masumura
1030 '
1040 ' VALIABLE INITIALIZE
1050 '
1060 '    IH   : Hue ｼｷｿｳ (ｲﾛｱｲ)
1070 '    IS   : Saturation ｻｲﾄﾞ(ｱｻﾞﾔｶｻ)
1080 '    IV   : Value ﾒｲﾄﾞ (ｱｶﾙｻ)
1090 '    IRGB : R.G.B. ﾋｮｳｹﾞﾝ ﾉ ｲﾛ ﾉ ｷﾄﾞ
1100 '    IMAX : R.G.B. ﾉ ｻｲﾀﾞｲ ｷﾄﾞ ﾉ ｲﾛ ﾉ INDEX
1110 '    IMIN : R.G.B. ﾉ ｻｲｼｮｳ ｷﾄﾞ ﾉ ｲﾛ ﾉ INDEX
1120 '    IN   : R.G.B. ﾋｮｳｹﾞﾝ ﾉ ｶｲﾁｮｳ ｽｳ
1130 '
1140 DEFINT I-N  ' 変数宣言
1150 DEFSNG R,E
1160 DEFDBL D,A
1170 DEFSTR C,H
1180 OPTION BASE 0
1190 '
1200 DIM IRGB(2)
1210 IN=15  ' Ｘ１－ｔｕｒｂｏＺの場合１５階調
1220 '
1230 ' GRAPHIC INITIALIZE
1240 '
1250 WIDTH 40,25,0,1
1260 CONSOLE 0,15
1270 KLIST 0
```

```
1280 OUT &H1FB0,&H80
1290 '
1300 ' R.G.B. ﾃﾞｰﾀ ﾉ ﾆｭｳﾘｮｸ
1310 '
1320 CLS
1330 PRINT "ENTER R,G,B ( 0 -";IN;")"
1340 INPUT IRGB(0),IRGB(1),IRGB(2)
1350 '
1360 FOR I=0 TO 2 ' ｴﾗｰ ｼｮﾘ
1370   IF IRGB(I)<0 OR IRGB(I)>IN THEN 1320
1380 NEXT
1390 '
1400 ' ｻｲﾀﾞｲﾁ ｻｲｼｮｳﾁ ﾉ ｹｲｻﾝ
1410 '
1420 IMAX=0 ' ｻｲﾀﾞｲﾁ ﾉ ｼｮｷｶ
1430 IMIN=0 ' ｻｲｼｮｳﾁ ﾉ ｼｮｷｶ
1440 FOR I=1 TO 2
1450   IF IRGB(I)>IRGB(IMAX) THEN 1460 ELSE 1470
1460     IMAX=I
1470   REM END
1480   '
1490   IF IRGB(I)<IRGB(IMIN) THEN 1500 ELSE 1510
1500     IMIN=I
1510   REM END
1520 NEXT
1530 '
1540 ' ﾒｲﾄﾞ (Value) ﾉ ｹｲｻﾝ
1550 '
1560 IV=IRGB(IMAX)/IN*100
1570 '
1580 ' ｻｲﾄﾞ (Saturation) ﾉ ｹｲｻﾝ
1590 '
1600 IF IRGB(IMAX)=0 THEN 1610 ELSE 1630
1610   IS=0
1620 GO TO 1640
1630   IS=(1-IRGB(IMIN)/IRGB(IMAX))*100
1640 REM END
1650 '
1660 ' ｼｷｿｳ (Hue) ﾉ ｹｲｻﾝ
1670 '
1680 IH=120*(IMAX)
1690 IF IRGB(IMAX)=IRGB(IMIN) THEN 1700 ELSE 1720
1700   IH=0
1710 GO TO 1790
1720   IF ((IMAX-1)+3) MOD 3 = IMIN THEN 1730 ELSE 1760
1730     IVAL=IRGB(((IMAX+1)+3) MOD 3)
1740     IH=IH+60*(IVAL-IRGB(IMIN))/(IRGB(IMAX)-IRGB(IMIN))
1750   GO TO 1790
1760     IVAL=IRGB(((IMAX-1)+3) MOD 3)
1770     IH=IH-60*(IVAL-IRGB(IMIN))/(IRGB(IMAX)-IRGB(IMIN))
1780   REM END
1790 REM END
1800 IH=(IH+360) MOD 360
1810 '
1820 ' H.S.V. ﾃﾞｰﾀ ﾉ ﾋｮｳｼﾞ
1830 '
1840 PRINT "R,G,B =";IRGB(0);",";IRGB(1);",";IRGB(2)
1850 PRINT "H,S,V =";IH;",";IS;",";IV
1860 '
1870 OUT &H1FC5,&H80
1880 OUT &H1088,&H80+IRGB(2)
1890 OUT &H1188,&H80+IRGB(0)
1900 OUT &H1288,&H80+IRGB(1)
1910 OUT &H1FC5,&H0
1920 '
1930 LINE (0,150)-(319,199),PSET,7,BF
1940 '
1950 END
1960 '
```

HSVからRGBへの変換プログラム

```
10 ' name "HSV2RGB"
1000 '
1010 ' H.S.V. R.G.B. CONVERT PROGRAM
1020 '   Programmed by Joe Masumura
1030 '
1040 ' VALIABLE INITIALIZE
1050 '
1060 '    IH   : Hue ｼｷｿｳ (ｲﾛｱｲ)
1070 '    IS   : Saturation ｻｲﾄﾞ(ｱｻﾞﾔｶｻ)
1080 '    IV   : Value ﾒｲﾄﾞ (ｱｶﾙｻ)
1090 '    IRGB : R.G.B. ﾋｮｳｹﾞﾝ ﾉ ｲﾛ ﾉ ｷﾄﾞ
1100 '    IN   : R.G.B. ﾋｮｳｹﾞﾝ ﾉ ｶｲﾁｮｳ ｽｳ
1110 '    IMAX : R.G.B. ﾉ ｻｲﾀﾞｲ ｷﾄﾞ ﾉ ｲﾛ ﾉ INDEX
1120 '    IMIN : R.G.B. ﾉ ｻｲｼｮｳ ｷﾄﾞ ﾉ ｲﾛ ﾉ INDEX
1130 '
1140 DEFINT I-N   ' 変数宣言
1150 DEFSNG R,E
1160 DEFDBL D,A
1170 DEFSTR C,H
1180 OPTION BASE 0
1190 '
1200 DIM IRGB(2)
1210 IN=15  ' Ｘ１－ｔｕｒｂｏＺの場合１５階調
1220 '
1230 ' GRAPHIC INITIALIZE
1240 '
1250 WIDTH 40,25,0,1
1260 CONSOLE 0,15
1270 KLIST 0
1280 OUT &H1FB0,&H80
1290 LINE (0,150)-(319,199),PSET,7,BF
1300 '
1310 ' H.S.V. ﾃﾞｰﾀ ﾉ ﾆｭｳﾘｮｸ
1320 '
1330 CLS
1340 PRINT "ENTER H(0-360),S(0-100),V(0-100)"
1350 INPUT IH,IS,IV
1360 '
1370 IF IH<0 OR IH>360 THEN 1330
1380 IF IS<0 OR IS>100 THEN 1330
1390 IF IV<0 OR IV>100 THEN 1330
1400 '
1410 ' ｻｲﾀﾞｲ ｷﾄﾞ ﾉ ｲﾛ ﾉ ｹｲｻﾝ
1420 '
1430 IMAX=((IH+60)¥120) MOD 3
1440 IRGB(IMAX)=IN
1450 '
1460 ' ｻｲｼｮｳ ｷﾄﾞ ﾉ ｲﾛ ﾉ ｹｲｻﾝ
1470 '
1480 IMIN=((IH+60+180)¥120) MOD 3
1490 IRGB(IMIN)=IN*(100-IS)/100
1500 '
1510 ' ﾉｺﾘ ﾉ ｲﾛ ﾉ ｹｲｻﾝ
1520 '
1530 IF (IMAX+1) MOD 3 = IMIN THEN 1540 ELSE 1570
1540   IVAL=(IMAX+3-1) MOD 3
1550   IRGB(IVAL)=IRGB(IMIN)+(IRGB(IMAX)-IRGB(IMIN))*(60-(IH MOD 60))/60
1560 GO TO 1590
1570   IVAL=(IMAX+3+1) MOD 3
1580   IRGB(IVAL)=IRGB(IMIN)+(IRGB(IMAX)-IRGB(IMIN))*(IH MOD 60)/60
1590 REM END
1600 '
1610 FOR I=0 TO 2
1620   IRGB(I)=IRGB(I)*IV/100
1630 NEXT
1640 '
1650 ' R.G.B. ﾃﾞｰﾀ ﾉ ﾋｮｳｼﾞ
1660 '
1670 PRINT "H,S,V =";IH;",";IS;",";IV
1680 PRINT "R,G,B =";IRGB(0);",";IRGB(1);",";IRGB(2)
1690 '
```

```
1700 OUT &H1FC5,&H80
1710 OUT &H1088,&H80+IRGB(2)
1720 OUT &H1188,&H80+IRGB(0)
1730 OUT &H1288,&H80+IRGB(1)
1740 OUT &H1FC5,&H0
1750 '
1760 LINE (0,150)-(319,199),PSET,7,BF
1770 '
1780 END
1790 '
```

カラー・パレットの初期化プログラム　1面モードと2面モード用の初期化ができます.

```
10 ' name "PALET INIT"
1000 '
1010 ' PALLET INITIALIZE PROGRAM
1020 '   Programmed by Joe Masumura
1030 '
1040 DEFINT I-N  ' 変数宣言
1050 DEFSNG R,E
1060 DEFDBL D,A
1070 DEFSTR C,H
1080 OPTION BASE 0
1090 '
1100 ' ﾋｮｳｼﾞ ﾓｰﾄﾞ ﾉ ｾｯﾃｲ
1110 '   1 : 4096 ｼｮｸ 1 ｶﾞﾒﾝ ﾓｰﾄﾞ
1120 '   2 :   64 ｼｮｸ 2 ｶﾞﾒﾝ ﾓｰﾄﾞ
1130 '
1140 CLS
1150 PRINT "1: 4096 color  2: 64 color"
1160 INPUT CMODE
1170 IF CMODE="1" THEN "L4096"
1180 IF CMODE="2" THEN "L64"
1190 GO TO 1140
1200 '
1210 LABEL "L4096"  ' ４０９６色, １画面モード
1220   '
1230   ' GRAPHIC INITIALIZE
1240   '
1250   OPTION SCREEN 0
1260   WIDTH 40,25,0,1
1270   OUT &H1FB0,&H80
1280   OUT &H1FC1,&H28
1290   OUT &H1FC2,&H0
1300   OUT &H1FC5,&H80
1310   '
1320   ' ﾊﾟﾚｯﾄ ﾉ ｼｮｷｶ
1330   '
1340   LOCATE 0,0:PRINT "INITIALIZING"
1350   FOR IG=0 TO 15
1360     LOCATE 0,1:PRINT 15-IG
1370     FOR IR=0 TO 15
1380       FOR IB=0 TO 15
1390         IAD=&H1000+IG*16+IR
1400         IDT=IB*16
1410         '
1420         OUT IAD,IDT+IB
1430         IAD=IAD+&H100
1440         OUT IAD,IDT+IR
1450         IAD=IAD+&H100
1460         OUT IAD,IDT+IG
1470       NEXT
1480     NEXT
1490   NEXT
1500   '
1510   ' ﾊﾟﾚｯﾄ ﾉ ｼｮｷｶ END
1520   '
```

```
1530   OUT &H1FC5,&H0
1540 END
1550 '
1560 LABEL "L64"   ' 64色, 2画面モード
1570   '
1580   ' GRAPHIC INITIALIZE
1590   '
1600   OPTION SCREEN 0
1610   WIDTH 40,25,0,1
1620   OUT &H1FB0,&H80
1630   OUT &H1FC1,&H28
1640   OUT &H1FC2,&H80
1650   OUT &H1FC5,&H80
1660   '
1670   ' ｽｸﾘｰﾝ 1 ﾉ ﾊﾟﾚｯﾄ ﾉ ｼｮｷｶ
1680   '
1690   LOCATE 0,0:PRINT "SCREEN 1 INITIALIZING"
1700   FOR IG=0 TO 3
1710     LOCATE 0,1:PRINT 3-IG
1720     FOR IR=0 TO 3
1730       FOR IB=0 TO 3
1740         IAD=&H1000+IG*64+IR*4
1750         IDT=IB*64
1760         '
1770         OUT IAD,IDT+IB*4
1780         IAD=IAD+&H100
1790         OUT IAD,IDT+IR*4
1800         IAD=IAD+&H100
1810         OUT IAD,IDT+IG*4
1820       NEXT
1830     NEXT
1840   NEXT
1850   '
1860   ' ｽｸﾘｰﾝ 2 ﾉ ﾊﾟﾚｯﾄ ﾉ ｼｮｷｶ
1870   '
1880   LOCATE 0,2:PRINT "SCREEN 2 INITIALIZING"
1890   FOR IG=0 TO 3
1900     LOCATE 0,3:PRINT 3-IG
1910     FOR IR=0 TO 3
1920       FOR IB=0 TO 3
1930         IAD=&H1000+IG*16+IR
1940         IDT=IB*16
1950         '
1960         OUT IAD,IDT+IB*4
1970         IAD=IAD+&H100
1980         OUT IAD,IDT+IR*4
1990         IAD=IAD+&H100
2000         OUT IAD,IDT+IG*4
2010       NEXT
2020     NEXT
2030   NEXT
2040   '
2050   ' ﾊﾟﾚｯﾄ ﾉ ｼｮｷｶ END
2060   '
2070   OUT &H1FC5,&H0
2080   OUT &H1FB0,&H90
2090 END
2100 '
```

1面モードと2面モードのTV画像取り込み例

このプログラムを実行するときは，パレットの初期化が必要です．

```
10 ' name "SCREEN"
1000 '
1010 ' SCREEN TEST PROGRAM
1020 '    Programmed by Joe Masumura
1030 '
1040 DEFINT I-N  変数宣言
1050 DEFSNG R,E
```

```
1060 DEFDBL D,A
1070 DEFSTR C,H
1080 OPTION BASE 0
1090 '
1100 WHILE CMODE<>"Q"  ' モード選択
1110   CLS:CMODE="1"
1120   PRINT "1:4096*1 2:64*2 Q:QUIT
1130   INPUT CMODE
1140   IF CMODE="1" THEN GOSUB "L4096"
1150   IF CMODE="2" THEN GOSUB "L64"
1160 WEND
1170 '
1180 WIDTH 80,25,0,0
1190 '
1200 END
1210 '
1220 LABEL "L4096"  ' ４０９６色，１画面モード
1230   OPTION SCREEN 0
1240   WIDTH 40,25,0,1
1250   KLIST 0
1260   SCREEN 0,0
1270   OUT &H1FB0,&H80
1280   OUT &H1FC1,&H28
1290   OUT &H1FC2,&H0
1300   '
1310   WHILE CMODE<>"Q"  ' 入力処理
1320     CLS:CMODE="G"
1330     PRINT "G:GET Q:QUIT"
1340     INPUT CMODE
1350     IF CMODE="G" THEN GOSUB "GET4096"
1360   WEND
1370 RETURN
1380 '
1390 LABEL "L64"  ' ６４色，２画面モード
1400   OPTION SCREEN 0
1410   WIDTH 40,25,0,1
1420   KLIST 0
1430   SCREEN 0,0
1440   OUT &H1FB0,&H90
1450   OUT &H1FC1,&H28
1460   OUT &H1FC2,&H80
1470   '
1480   WHILE CMODE<>"Q"  ' 入力処理
1490     CLS:CMODE="G"
1500     PRINT "1:SCREEN1 2:SCREEN2 G:GET Q:QUIT"
1510     INPUT CMODE
1520     IF CMODE="G" THEN GOSUB "GET64"
1530     IF CMODE="1" THEN SCREEN 0,0
1540     IF CMODE="2" THEN SCREEN 2,2
1550   WEND
1560 RETURN
1570 '
1580 ' GET SCREEN 4096 COLOR
1590 '
1600 LABEL "GET4096"  ' ４０９６色時のＴＶ画面取り込み
1610   OUT &H1FB0,&H88
1620   PRINT "HIT ANY KEY"
1630   IF INKEY$="" THEN 1630
1640   OUT &H1FB0,&H80
1650 RETURN
1660 '
1670 ' GET SCREEN 64 COLOR
1680 '
1690 LABEL "GET64"  ' ６４色時のＴＶ画面取り込み
1700   OUT &H1FB0,&H98
1710   PRINT "HIT ANY KEY"
1720   IF INKEY$="" THEN 1720
1730   OUT &H1FB0,&H90
1740 RETURN
1750 '
```

V-RAMのアドレス計算プログラム

```
10 ' name "VRAM"
1000 '
1010 ' V-RAM ADDRESS PROGRAM
1020 '   Programmed by Joe Masumura
1030 '
1040 ' VALIABLE INITIALIZE
1050 '
1060 '    IXMIN : ｶﾞﾒﾝ ｻﾞﾋｮｳ ﾉ X ﾉ ｻｲｼｮｳﾁ
1070 '    IXMAX : ｶﾞﾒﾝ ｻﾞﾋｮｳ ﾉ X ﾉ ｻｲﾀﾞｲﾁ
1080 '    IYMIN : ｶﾞﾒﾝ ｻﾞﾋｮｳ ﾉ Y ﾉ ｻｲｼｮｳﾁ
1090 '    IYMAX : ｶﾞﾒﾝ ｻﾞﾋｮｳ ﾉ Y ﾉ ｻｲﾀﾞｲﾁ
1100 '    IPAGE : ｶﾞﾒﾝ ﾉ ﾍﾟｰｼﾞ (ﾊﾞﾝｸ NO.)
1110 '    IX    : ｱﾄﾞﾚｽ ｹｲｻﾝ ｽﾙ ﾃﾝ ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1120 '    IY    : ｱﾄﾞﾚｽ ｹｲｻﾝ ｽﾙ ﾃﾝ ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1130 '
1140 DEFINT I-N
1150 DEFSNG R,E
1160 DEFDBL D,A
1170 DEFSTR C,H
1180 OPTION BASE 0
1190 '
1200 GOSUB "LMODE"  ' 解像度の入力
1210 '
1220 GOSUB "LXY"   ' X，Y座標値の入力
1230 '
1240 GOSUB "LVRAM"  ' アドレス計算
1250 '
1260 PRINT "BLUE  ADDRESS = ";HEX$(IADB)
1270 PRINT "RED   ADDRESS = ";HEX$(IADR)
1280 PRINT "GREEN ADDRESS = ";HEX$(IADG)
1290 '
1300 END
1310 '
1320 ' ｶﾞﾒﾝ ﾉ ｶｲｿﾞｳﾄﾞ ﾉ ﾆｭｳﾘｮｸ
1330 '
1340 LABEL "LMODE"
1350   CLS:CMODE="0"
1360   PRINT "0:320*200(PAGE0) 1:320*200(PAGE1) 2:640*400"
1370   INPUT CMODE
1380   '
1390   IF CMODE="0" THEN 1400 ELSE 1440
1400     IXMIN=0 : IXMAX=319
1410     IYMIN=0 : IYMAX=199
1420     IPAGE=0
1430   GO TO 1560
1440   IF CMODE="1" THEN 1450 ELSE 1490
1450     IXMIN=0 : IXMAX=319
1460     IYMIN=0 : IYMAX=199
1470     IPAGE=1
1480   GO TO 1560
1490   IF CMODE="2" THEN 1500 ELSE 1540
1500     IXMIN=0 : IXMAX=639
1510     IYMIN=0 : IYMAX=399
1520     IPAGE=0
1530   GO TO 1560
1540   REM OTHER
1550     GO TO "LMODE"
1560   REM END
1570 RETURN
1580 '
1590 ' X,Y ｻﾞﾋｮｳ ﾉ ﾆｭｳﾘｮｸ
1600 '
1610 LABEL "LXY"
1620   CLS
1630   PRINT "ENTER X,Y"
1640   INPUT IX,IY
1650   '
1660   IF IX<IXMIN AND IX>IXMAX THEN "LXY"
1670   IF IY<IYMIN AND IY>IYMAX THEN "LXY"
1680   '
1690   CLS
1700   PRINT "X =";IX
```

```
1710   PRINT "Y =";IY
1720 RETURN
1730 '
1740 ' VRAM ｱﾄﾞﾚｽ ﾉ ｹｲｻﾝ
1750 '
1760 LABEL "LVRAM"
1770   IF IYMAX=199 THEN 1780 ELSE 1860
1780     IF IXMAX=319 THEN 1790 ELSE 1820  ' ２００ＬＩＮＥモード
1790       IAD=IPAGE*&H400+(IY¥8)*40+IX¥8+(IY MOD 8)*&H800
1800       PRINT "320*200 MODE"
1810     GO TO 1840
1820       IAD=IPAGE*&H400+(IY¥8)*80+IX¥8+(IY MOD 8)*&H800
1830       PRINT "640*200 MODE"
1840     REM END
1850   GO TO 1930
1860     IF IXMAX=319 THEN 1870 ELSE 1900  ' ４００ＬＩＮＥモード
1870       IAD=IPAGE*&H400+(IY¥16)*40+IX¥8+(IY MOD 16)*&H400
1880       PRINT "320*400 MODE"
1890     GO TO 1920
1900       IAD=IPAGE*&H400+(IY¥16)*80+IX¥8+(IY MOD 16)*&H400
1910       PRINT "640*400 MODE"
1920     REM END
1930   REM END
1940   '
1950   IADB=&H4000+IAD
1960   IADR=&H8000+IAD
1970   IADG=&HC000+IAD
1980 RETURN
1990
```

FM音源のキャリアとモジュレータの波形表示プログラム

```
10 ' name "FM"
1000 '
1010 ' FREQUENCY MODULATION SIMULATION PROGRAM
1020 '   Programmed by Joe Masumura
1030 '
1031 ' VALIABLE INITIALIZE
1032 '
1040 DEFINT I-N  ' 変数宣言
1050 DEFSNG R,E
1060 DEFDBL D,A
1070 DEFSTR C,H
1071 OPTION BASE 0
1080 '
1090 ' GRAPHIC INITIALIZE
1100 '
1110 KLIST 0
1120 OPTION SCREEN 0
1130 WIDTH 80,25,1,2
1140 SCREEN 0,0
1150 WINDOW (0,0)-(639,399),(-50,-220)-(419,150)
1160 CLS 4
1170 '
1180 ' ENTER PARAMETER
1190 '
1200 INPUT "CARRIER   FREQ RATIO (0.5-95) ";RFC  ' キャノアの周波数
1210 INPUT "MODURATOR FREQ RATIO (0.5-95) ";RFM  ' モジュレータの周波数
1220 INPUT "CARRIER   OUTPUT LEVEL (1-127) ";RAC  ' キャノアのレヘル
1230 INPUT "MODURATOR OUTPUT LEVEL (0-127) ";RAM  ' モジュレータのレベル
1240 '
1250 IF RFC<.5 OR RFC>95 THEN RFC=1  ' エラーチェック
1260 IF RFM<.5 OR RFM>95 THEN RFM=1
1270 IF RAC<1 OR RAC>127 THEN RAC=127
1280 IF RAM<0 OR RAM>127 THEN RAM=127
1290 '
1300 CLS
1310 PRINT "CARRIER   FREQ RATIO     = ";RFC
1320 PRINT "MODULATOR FREQ RATIO     = ";RFM
1330 PRINT "CARRIER   OUTPUT LEVEL   = ";RAC
1340 PRINT "MODULATOR OUTPUT LEVEL   = ";RAM
```

```
1350 '
1360 ' SCALE DISPLAY
1370 '
1380 LINE (-30,0)-(400,0)  ' 目盛りの表示
1390 LINE (0,-148)-(0,148)
1400 FOR I=-128 TO 128 STEP 32
1410   LINE (-2,I)-(2,I)
1420 NEXT
1430 FOR I=-112 TO 112 STEP 32
1440   LINE (-1,I)-(1,I)
1450 NEXT
1460 '
1470 ' WAVE DISPLAY
1480 '
1490 R1=3.141592/180  ' 波形の表示
1500 FOR I=0 TO 360
1510   RX=I
1520   RYC=RAC*SIN(RFC*I*R1)
1530   RYM=RAM*SIN(RFM*I*R1)
1540   RYS=RAC*SIN(RFC*I*R1+RYM/RAC)
1550   LINE (RXP,-RYMP)-(RX,-RYM),PSET,1 ' MODULATOR
1560   LINE (RXP,-RYCP)-(RX,-RYC),PSET,5 ' CARRIER
1570   LINE (RXP,-RYSP)-(RX,-RYS),PSET,7
1580   RXP=RX : RYCP=RYC : RYMP=RYM : RYSP=RYS
1590 NEXT
```

グラデーション付き直線の表示プログラム (グラフィックサブルーチンの使用例)

```
10 ' name "LINE"
1000 '
1010 ' LINE DISPLAY PROGRAM
1020 '    Programmed by Joe Masumura
1030 '
1040 ' VALIABLE INITIALIZE
1050 '
1060 '    IX1  : ｼﾃﾝ ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1070 '    IY1  : ｼﾃﾝ ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1080 '    IX2  : ｼｭｳﾃﾝ ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
1090 '    IY2  : ｼｭｳﾃﾝ ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
1100 '    IC*  : ｲﾛ (R,G,B)
1110 '
1120 DEFINT I-N  ' 変数宣言
1130 DEFSNG R,E
1140 DEFDBL D,A
1150 DEFSTR C,H
1160 OPTION BASE 0
1170 '
1180 DIM IC1(2) ' ｼﾃﾝ ﾉ ｲﾛ
1190 DIM IC2(2) ' ｼｭｳﾃﾝ ﾉ ｲﾛ
1200 '
1210 ' GRAPHIC INITIALIZE
1220 '
1230 GOSUB "GINIT"  ' 初期化サブルーチン
1240 '
1250 ' X1,Y1 ｶﾗ X2,Y2 ﾍ ｾﾝ ｦ ｴｶﾞｸ
1260 '
1270 CLS
1280 PRINT "ENTER X1,Y1,X2,Y2,R1,G1,B1,R2,G2,B2"  ' データ入力
1290 INPUT IX1,IY1,IX2,IY2,IC1(0),IC1(1),IC1(2),IC2(0),IC2(1),IC2(2)
1300 '
1310 IF IX1<NXMIN AND IX1>NXMAX THEN 1270  ' エラーチェック
1320 IF IY1<NYMIN AND IY1>NYMAX THEN 1270
1330 IF IX2<NXMIN AND IX2>NXMAX THEN 1270
1340 IF IY2<NYMIN AND IY2>NYMAX THEN 1270
1350 IF IC1(0)<0 AND IC1(0)>15 THEN 1270
1360 IF IC1(1)<0 AND IC1(1)>15 THEN 1270
1370 IF IC1(2)<0 AND IC1(2)>15 THEN 1270
1380 IF IC2(0)<0 AND IC2(0)>15 THEN 1270
1390 IF IC2(1)<0 AND IC2(1)>15 THEN 1270
```

```
1400 IF IC2(2)<0 AND IC2(2)>15 THEN 1270
1410 '
1420 FOR I=0 TO 2  ' 引き数の設定
1430   NC1(I)=IC1(I)
1440   NC2(I)=IC2(I)
1450 NEXT
1460 '
1470 NX1=IX1:NY1=IY1:NX2=IX2:NY2=IY2
1480 '
1490 GOSUB "GLINEG"  ' 表示サブルーチン
1500 '
1510 END
1520 '
```

グラデーション付き三角面の表示プログラム （グラフィックサブルーチンの使用例）

```
10 ' name "TRIANGLE"
1000 '
1010 ' TRIANGLE DISPLAY PROGRAM
1020 '   Programmed by Joe Masumura
1030 '
1040 ' VALIABLE INITIALIZE
1050 '
1060 DEFINT I-N
1070 DEFSNG R,E
1080 DEFDBL D,A
1090 DEFSTR C,H
1100 OPTION BASE 0
1110 '
1120 ' GRAPHIC INITIALIZE
1130 '
1140 GOSUB "GINIT"  ' 初期化サブルーチン
1150 '
1160 ' X1,Y1 ｶﾗ X2,Y2 ﾍ ｾﾝ ｦ ｴｶﾞｸ
1170 '
1180 PRINT "X1,Y1,R1,G1,B1"  ' Ｐ１データ入力
1190 INPUT NXX1,NYY1,NCC1(1),NCC1(2),NCC1(0)
1200 '
1210 IF NXX1<NXMIN AND NXX1>NXMAX THEN 1180  ' エラーチェック
1220 IF NYY1<NYMIN AND NYY1>NYMAX THEN 1180
1230 IF NCC1(0)<0 AND NCC1(0)>15 THEN 1180
1240 IF NCC1(1)<0 AND NCC1(1)>15 THEN 1180
1250 IF NCC1(2)<0 AND NCC1(2)>15 THEN 1180
1260 '
1270 PRINT "X2,Y2,R2,G2,B2"  ' Ｐ２データ入力
1280 INPUT NXX2,NYY2,NCC2(1),NCC2(2),NCC2(0)
1290 '
1300 IF NXX2<NXMIN AND NXX2>NXMAX THEN 1270  ' エラーチェック
1310 IF NYY2<NYMIN AND NYY2>NYMAX THEN 1270
1320 IF NCC2(0)<0 AND NCC2(0)>15 THEN 1270
1330 IF NCC2(1)<0 AND NCC2(1)>15 THEN 1270
1340 IF NCC2(2)<0 AND NCC2(2)>15 THEN 1270
1350 '
1360 PRINT "X3,Y3,R3,G3,B3"  ' Ｐ３データ入力
1370 INPUT NXX3,NYY3,NCC3(1),NCC3(2),NCC3(0)
1380 '
1390 IF NXX3<NXMIN AND NXX3>NXMAX THEN 1360  ' エラーチェック
1400 IF NYY3<NYMIN AND NYY3>NYMAX THEN 1360
1410 IF NCC3(0)<0 AND NCC3(0)>15 THEN 1360
1420 IF NCC3(1)<0 AND NCC3(1)>15 THEN 1360
1430 IF NCC3(2)<0 AND NCC3(2)>15 THEN 1360
1440 '
1450 GOSUB "GTRI"  ' 三角面の表示サブルーチン
1460 '
1470 END
1480 '
```

4096色を使って点を描くサブルーチン　OUT命令を使ったとき

```
12000 REM "GPSET",A ' 12000-
12010 '
12020 ' POINT SET SUBROUTINE
12030 '   Programmed by Joe Masumura
12040 '
12050 '   NX    : X ｻﾞﾋｮｳﾁ
12060 '   NY    : Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
12070 '   NC(0) : R INTENSITY  (0-15)
12080 '   NC(1) : G INTENSITY  (0-15)
12090 '   NC(2) : B INTENSITY  (0-15)
12100 '
12110 LABEL "GPSET"
12120   NADR2=(NY¥8)*40+NX¥8+(NY AND 7)*&H800
12130   '
12140   NDAT1=INP(&H1FD0) AND &B11101111 ' RESET
12150   OUT &H1FD0,NDAT1 ' BANK 0
12160   '
12170   FOR N1=0 TO 2
12180     FOR N2=0 TO 1
12190       NPAGE=N2 AND 1
12200       NADRS=NADR1(N1) OR (NPAGE*&H400+NADR2)
12210       IF (NC(N1) AND 2^N2)=0 THEN 12220 ELSE 12240
12220         NDATA=INP(NADRS) AND ((2^(7-(NX AND 7))) XOR &HFF) ' RESET
12230       GO TO 12250
12240         NDATA=INP(NADRS) OR (2^(7-(NX AND 7))) ' SET
12250       REM END
12260       OUT NADRS,NDATA
12270       ' PRINT "ADDRESS = ";HEX$(NADRS),
12280       ' PRINT "NDATA   = ";HEX$(NDATA)
12290     NEXT
12300   NEXT
12310   '
12320   NDAT2=NDAT1 OR &B10000 ' SET
12330   OUT &H1FD0,NDAT2 ' BANK 1
12340   '
12350   FOR N1=0 TO 2
12360     FOR N2=2 TO 3
12370       NPAGE=N2 AND 1
12380       NADRS=NADR1(N1) OR (NPAGE*&H400+NADR2)
12390       IF (NC(N1) AND 2^N2)=0 THEN 12400 ELSE 12420
12400         NDATA=INP(NADRS) AND ((2^(7-(NX AND 7))) XOR &HFF) ' RESET
12410       GO TO 12430
12420         NDATA=INP(NADRS) OR (2^(7-(NX AND 7))) ' SET
12430       REM END
12440       OUT NADRS,NDATA
12450       ' PRINT "ADDRESS = ";HEX$(NADRS);"'",
12460       ' PRINT "NDATA   = ";HEX$(NDATA)
12470     NEXT
12480   NEXT
12490 RETURN
12500 '
```

4096色を使って点を描くサブルーチン　BASICを使ったとき

```
12000 REM "GPSET1",A ' 12000-
12010 '
12020 ' POINT SET ROUTINE
12030 '   Programmed by Joe Masumura
12040 '
12050 '   NX    : X COORDINATE (0-319)
12060 '   NY    : Y COORDINATE (0-199)
12070 '   NC(0) : R INTENSITY  (0-15)
12080 '   NC(1) : G INTENSITY  (0-15)
12090 '   NC(2) : B INTENSITY  (0-15)
12100 '
```

```
12110 LABEL "GPSET"
12120   SCREEN 0,3
12130   NCOL=(NC(1) AND 1)*4 + (NC(0) AND 1)*2 + (NC(2) AND 1)
12140   PSET (NX,NY,NCOL)
12150   '
12160   SCREEN 0,2
12170   NCOL=(NC(1) AND 2)*2 + (NC(0) AND 2)   + (NC(2) AND 2)/2
12180   PSET (NX,NY,NCOL)
12190   '
12200   SCREEN 0,1
12210   NCOL=(NC(1) AND 4)   + (NC(0) AND 4)/2 + (NC(2) AND 4)/4
12220   PSET (NX,NY,NCOL)
12230   '
12240   SCREEN 0,0
12250   NCOL=(NC(1) AND 8)/2 + (NC(0) AND 8)/4 + (NC(2) AND 8)/8
12260   PSET (NX,NY,NCOL)
12270 RETURN
12280 '
```

直線の両端点の色を補間して表示するサブルーチン

```
16000 REM "GLINEG",A ' 16000-
16010 '
16020 ' GRADATION LINE SUBROUTINE
16030 '   Programmed by Joe Masumura
16040 '
16050 '   NX1     : ｼﾃﾝ ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
16060 '   NY1     : ｼﾃﾝ ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
16070 '   NC1(2)  : ｼﾃﾝ ﾉ ｲﾛ (R,G,B)
16080 '   NX2     : ｼｭｳﾃﾝ ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
16090 '   NY2     : ｼｭｳﾃﾝ ﾉ Y ｻﾞﾋｮｳﾁ
16100 '   NC2(2)  : ｼｭｳﾃﾝ ﾉ ｲﾛ (R,G,B)
16110 '
16120 LABEL "GLINEG"
16130   NX=NX1
16140   NDX=ABS(NX2-NX1)
16150   NSX=SGN(NX2-NX1)
16160   NY=NY1
16170   NDY=ABS(NY2-NY1)
16180   NSY=SGN(NY2-NY1)
16190   '
16200   IF NDX>NDY THEN 16210 ELSE 16460
16210     NE=2*NDY-NDX
16220     FOR N1=0 TO 2
16230       NC(N1)=NC1(N1)
16240       NDC(N1)=ABS(NC2(N1)-NC1(N1))
16250       NSC(N1)=SGN(NC2(N1)-NC1(N1))
16260       NEC(N1)=2*NDC(N1)-NDX
16270     NEXT
16280     FOR N=1 TO NDX
16290       GOSUB "GPSET"
16300       IF NE>=0 THEN 16310 ELSE 16330
16310         NY=NY+NSY
16320         NE=NE-2*NDX
16330       REM END
16340       NE=NE+2*NDY
16350       FOR N1=0 TO 2
16360         WHILE NEC(N1)>=0
16370           NC(N1)=NC(N1)+NSC(N1)
16380           NEC(N1)=NEC(N1)-2*NDX
16390         WEND
16400         NEC(N1)=NEC(N1)+2*NDC(N1)
16410       NEXT
16420       PRINT "EX=";NEC(0);NEC(1);NEC(2)
16430       NX=NX+NSX
16440     NEXT
16450   GO TO 16700
16460     NE=2*NDX-NDY
```

```
16470      FOR N1=0 TO 2
16480        NC(N1)=NC1(N1)
16490        NDC(N1)=ABS(NC2(N1)-NC1(N1))
16500        NSC(N1)=SGN(NC2(N1)-NC1(N1))
16510        NEC(N1)=2*NDC(N1)-NDY
16520      NEXT
16530      FOR N=1 TO NDY
16540        GOSUB "GPSET"
16550        IF NE>=0 THEN 16560 ELSE 16580
16560          NX=NX+NSX
16570          NE=NE-2*NDY
16580        REM END
16590        NE=NE+2*NSY
16600        FOR N1=0 TO 2
16610          WHILE NEC(N1)>=0
16620            NC(N1)=NC(N1)+NSC(N1)
16630            NEC(N1)=NEC(N1)-2*NDY
16640          WEND
16650          NEC(N1)=NEC(N1)+2*NDC(N1)
16660        NEXT
16670        PRINT "EY=";NEC(0);NEC(1);NEC(2)
16680        NY=NY+NSY
16690      NEXT
16700    REM END
16710 RETURN
16720 '
```

三角面の内部の色を線形補間するサブルーチン

```
18000 REM "GTRI",A ' 18000-
18010 '
18020 ' TRIANGLE SUBROUTINE
18030 '   Programmed by Joe Masumura
18040 '
18050 '   NXX1     : ﾁｮｳﾃﾝ 1 ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
18060 '   NYY1     : ﾁｮｳﾃﾝ 1 ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
18070 '   NCC1(2)  : ﾁｮｳﾃﾝ 1 ﾉ ｷﾄﾞ (0-15)
18080 '   NXX2     : ﾁｮｳﾃﾝ 2 ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
18090 '   NYY2     : ﾁｮｳﾃﾝ 2 ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
18100 '   NCC2(2)  : ﾁｮｳﾃﾝ 2 ﾉ ｷﾄﾞ (0-15)
18110 '   NXX3     : ﾁｮｳﾃﾝ 3 ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
18120 '   NYY3     : ﾁｮｳﾃﾝ 3 ﾉ X ｻﾞﾋｮｳﾁ
18130 '   NCC3(2)  : ﾁｮｳﾃﾝ 3 ﾉ ｷﾄﾞ (0-15)
18140 '
18150 LABEL "GTRI"
18160   '
18170   ' Y ｻﾞﾋｮｳ ﾃﾞ SORT
18180   '
18190   IF NYY1<=NYY2 THEN 18200 ELSE 18600
18200     IF NYY3<=NYY1 THEN 18210 ELSE 18330
18210       NXT1=NXX3
18220       NYT1=NYY3
18230       NXT2=NXX1
18240       NYT2=NYY1
18250       NXT3=NXX2
18260       NYT3=NYY2
18270       FOR NT1=0 TO 2
18280         NCT1(NT1)=NCC3(NT1)
18290         NCT2(NT1)=NCC1(NT1)
18300         NCT3(NT1)=NCC2(NT1)
18310       NEXT
18320     GOTO 18580
18330       IF NYY3<=NYY2 THEN 18340 ELSE 18460
18340         NXT1=NXX1
18350         NYT1=NYY1
18360         NXT2=NXX3
18370         NYT2=NYY3
18380         NXT3=NXX2
```

```
18390           NYT3=NYY2
18400           FOR NT1=0 TO 2
18410             NCT1(NT1)=NCC1(NT1)
18420             NCT2(NT1)=NCC3(NT1)
18430             NCT3(NT1)=NCC2(NT1)
18440           NEXT
18450         GOTO 18570
18460           NXT1=NXX1
18470           NYT1=NYY1
18480           NXT2=NXX2
18490           NYT2=NYY2
18500           NXT3=NXX3
18510           NYT3=NYY3
18520           FOR NT1=0 TO 2
18530             NCT1(NT1)=NCC1(NT1)
18540             NCT2(NT1)=NCC2(NT1)
18550             NCT3(NT1)=NCC3(NT1)
18560           NEXT
18570         REM END
18580       REM END
18590     GOTO 18990
18600       IF NYY3<=NYY2 THEN 18610 ELSE 18730
18610         NXT1=NXX3
18620         NYT1=NYY3
18630         NXT2=NXX2
18640         NYT2=NYY2
18650         NXT3=NXX1
18660         NYT3=NYY1
18670         FOR NT1=0 TO 2
18680           NCT1(NT1)=NCC3(NT1)
18690           NCT2(NT1)=NCC2(NT1)
18700           NCT3(NT1)=NCC1(NT1)
18710         NEXT
18720       GOTO 18980
18730         IF NYY3<=NYY1 THEN 18740 ELSE 18860
18740           NXT1=NXX2
18750           NYT1=NYY2
18760           NXT2=NXX3
18770           NYT2=NYY3
18780           NXT3=NXX1
18790           NYT3=NYY1
18800           FOR NT1=0 TO 2
18810             NCT1(NT1)=NCC2(NT1)
18820             NCT2(NT1)=NCC3(NT1)
18830             NCT3(NT1)=NCC1(NT1)
18840           NEXT
18850         GOTO 18970
18860           NXT1=NXX2
18870           NYT1=NYY2
18880           NXT2=NXX1
18890           NYT2=NYY1
18900           NXT3=NXX3
18910           NYT3=NYY3
18920           FOR NT1=0 TO 2
18930             NCT1(NT1)=NCC2(NT1)
18940             NCT2(NT1)=NCC1(NT1)
18950             NCT3(NT1)=NCC3(NT1)
18960           NEXT
18970         REM END
18980       REM END
18990     REM END
19000     '
19010     PRINT "X1="NXT1,"Y1=";NYT1
19020     PRINT "X2="NXT2,"Y2=";NYT2
19030     PRINT "X3="NXT3,"Y3=";NYT3
19040     '
19050     NX1=NXT1
19060     NY1=NYT1
19070     NDXT1=ABS(NXT3-NXT1)
19080     NDYT1=ABS(NYT3-NYT1)
19090     NSXT1=SGN(NXT3-NXT1)
19100     NSYT1=SGN(NYT3-NYT1)
19110     NET1=2*NDXT1-NDYT1
19120     FOR NT2=0 TO 2
```

```
19130      NC1(NT2)=NCT1(NT2)
19140      NDCT1(NT2)=ABS(NCT3(NT2)-NCT1(NT2))
19150      NSCT1(NT2)=SGN(NCT3(NT2)-NCT1(NT2))
19160      NECT1(NT2)=2*NDCT1(NT2)-NDXT1(NT2)
19170    NEXT
19180    '
19190    NX2=NXT1
19200    NY2=NYT1
19210    NDXT2=ABS(NXT2-NXT1)
19220    NDYT2=ABS(NYT2-NYT1)
19230    NSXT2=SGN(NXT2-NXT1)
19240    NSYT2=SGN(NYT2-NYT1)
19250    NET2=2*NDXT2-NDYT2
19260    FOR NT2=0 TO 2
19270      NC2(NT2)=NCT2(NT2)
19280      NDCT2(NT2)=ABS(NCT2(NT2)-NCT1(NT2))
19290      NSCT2(NT2)=SGN(NCT2(NT2)-NCT1(NT2))
19300      NECT2(NT2)=2*NDCT2(NT2)-NDXT1(NT2)
19310    NEXT
19320    '
19330    GOSUB "GLINEG"
19340    '
19350    FOR NT1=1 TO NDYT2
19360      WHILE NET1>=0
19370        NX1=NX1+NSXT1
19380        NET1=NET1-2*NDYT1
19390      WEND
19400      NET1=NET1+2*NDXT1
19410      '
19420      FOR NT2=0 TO 2
19430        WHILE NECT1(NT2)>=0
19440          NC1(NT2)=NC1(NT2)+NSC1(NT2)
19450          NECT1(NT2)=NDCT1(NT2)-2*NDYT1
19460        WEND
19470      NEXT
19480      '
19490      WHILE NET2>=0
19500        NX2=NX2+NSXT2
19510        NET2=NET2-2*NDYT2
19520      WEND
19530      NET2=NET2+2*NDXT2
19540      '
19550      FOR NT2=0 TO 2
19560        WHILE NECT2(NT2)>=0
19570          NC2(NT2)=NC2(NT2)+NSC2(NT2)
19580          NECT2(NT2)=NDCT2(NT2)-2*NDYT2
19590        WEND
19600      NEXT
19610      '
19620      NY1=NY1+NSYT1
19630      NY2=NY2+NSYT2
19640      '
19650      GOSUB "GLINEG"
19660    NEXT
19670    '
19680 RETURN
19690 '
```

グラフィック処理の初期化サブルーチン

```
10000 REM "GINIT",A ' 10000-
10010 '
10020 ' GRAPHIC INITIALIZE SUBROUTINE
10030 '   Programmed by Joe Masumura
10040 '
10050 LABEL "GINIT"
10060   '
10070   ' VALIABLE INITIALIZE
10080   '
10090   DIM NC(2)  ' 変数宣言
10100   DIM NC1(2)
10110   DIM NC2(2)
10120   DIM NCC1(2)
10130   DIM NCC2(2)
10140   DIM NCC3(2)
10150   DIM NCT1(2)
10160   DIM NCT2(2)
10170   DIM NCT3(2)
10180   DIM NDC1(2)
10190   DIM NDC2(2)
10200   DIM NDC3(2)
10210   DIM NSC1(2)
10220   DIM NSC2(2)
10230   DIM NSC3(2)
10240   DIM NEC1(2)
10250   DIM NEC2(2)
10260   DIM NEC3(2)
10270   DIM NADR1(2)
10280   '
10290   NXMIN=0  ' 変数の初期化
10300   NYMIN=0
10310   NXMAX=319
10320   NYMAX=199
10330   NPAGE=0
10340   NADR1(0)=&H8000 ' R
10350   NADR1(1)=&HC000 ' G
10360   NADR1(2)=&H4000 ' B
10370   '
10380   ' GRAPHIC INITIALIZE
10390   '
10400   WIDTH 40,25,0,1  ' グラフィック処理の初期化
10410   OPTION SCREEN 0
10420   SCREEN 0,0
10430   KEY LIST 0
10440   OUT &H1FB0,&H80
10450   OUT &H1FC1,&H28
10460   OUT &H1FC2,&H0
10470 RETURN
10480 '
```

画面消去サブルーチン

```
20000 REM "GCLS",A ' 20000-
20010 '
20020 LABEL "GCLS"
20030   FOR NSCRN=3 TO 0 STEP -1
20040     SCREEN 0,NSCRN
20050     CLS 0
20060   NEXT
20070 RETURN
20080 '
```

TV画像取り込みサブルーチン

```
22000 REM "GSCAN",A ' 22000-
22010 '
22020 ' TV DATA SCAN ROUTINE
22030 '
22040 LABEL "GSCAN"
22050   ND=INP(&H1FB0)
22060   ND=ND OR &H8
22070   OUT &H1FB0,ND
22080   '
22090   IF INKEY$="" THEN 22090
22100   '
22110   ND=INP(&H1FB0)
22120   ND=ND AND &HF7
22130   OUT &H1FB0,ND
22140 RETURN
22150 '
```

ストロボ機能サブルーチン

```
24000 REM "GSTROBO",A ' 24000-
24010 '
24020 LABEL "GSTROBO"
24030   PRINT "ENTER TIME"
24040   NJ=200
24050   INPUT NJ
24060   IF NJ<1 OR NJ>1000 THEN NJ=200
24070   NIO=INP(&H1FB0)
24080   NIO=NIO OR &H8
24090   OUT &H1FB0,NIO
24100   '
24110   NIO=INP(&H1FB0)
24120   NIO=NIO AND &HF7
24130   OUT &H1FB0,NIO
24140   FOR I=1 TO NJ
24150     IF INKEY$<>"" THEN 24180
24160   NEXT
24170   GO TO 24070
24180 RETURN
24190 '
```

アート機能サブルーチン　量子化処理による階調数の変更

```
26000 REM "GART",A ' 26000-
26010 '
26020 ' ART CONTROL ROUTINE
26030 '    NP : ｶｲﾁｮｳ ｽｳ (0-3)
26040 '
26050 LABEL "GART"
26060   NP=(NP AND 3)*64
26070   ND=INP(&H1FC2) AND &H3F
26080   ND=ND OR NP
26090   OUT &H1FC2,ND
26100 RETURN
26110 '
```

モザイク機能サブルーチン

```
28000 REM "GMOZAIKU",A ' 28000-
28010 '
28020 ' MOZAIKU CONTROL ROUTINE
28030 '    NX : X ホウコウ ノ オオキサ (0-6)
28040 '    NY : Y ホウコウ ノ オオキサ (0-5)
28050 '
28060 LABEL "GMOZAIKU"
28070   NP=(NY AND 7)*8+(NX AND 7)
28080   ND=INP(&H1FC2) AND &HC0
28090   ND=ND OR NP
28100   OUT &H1FC2,ND
28110 RETURN
28120 '
```

II部　テクニカル編

第II部をお読みになる前に

第II部ではX1シリーズの技術情報を9章にわけて解説しています．

読者は，必要な情報だけをひろいだすことも，また，順に読み流していくこともできるようになっています．付録としてI／Oマップ，BIOSマップをつけておきましたので，御活用下さい．

なお，本文中に掲載してあるプログラムはturboシリーズ用です．動作させる場合は，BIOSのある領域にプログラムを置かないよう注意して下さい．

第1章
システム概説

X1が，衝撃的なデビューを飾ったのは昭和57年のことでした．パソコンとテレビの融合という新しいコンセプトは，ユーザーに好意的に迎え入れられ，カラーPCG，PSGといった新しい機能を用いたゲームも続々と登場しました．その後，グラフィックV-RAMや漢字ROM，3インチFD等のオプションを標準装備するなどのマイナーチェンジを重ね，次第に機能も充実してきました．59年に，X1に完全な上位互換性を持たせたX1turboが発売になり，さらに強力なラインアップを揃えました．X1turboシリーズもturbo II，turbo IIIと発展し，最新のturboZに至っています．

1-1　ハードウェア概説

1-1-1　CPU

X1のCPUには，世界でも最もポピュラーな8ビットマイクロプロセッサである「Z-80A」が使われています．Z-80は，インテル社の8080にソフトウェア上位互換性を持っています．Z-80Aの「A」は，クロック周波数4MHzに対応するバージョンであることを示しています(ちなみに，Z-80Bは6MHz，Z-80Hは8MHz，Z-80は2.5MHzとなっています)．

1-1-2　メモリー構成

X1には64KバイトのRAMとIPL用のROMの4Kバイトが内蔵されています．turboシリーズには，それ以外にIPLを含むBIOS　ROMとして32Kバイトが装備されています．また，画面表示用のグラフィックV-RAMが48Kバイト，turboシリーズには96Kバイト実装されています．キャラクタV-RAMも4Kバイト，turboシリーズにはさらに漢字表示用の漢字V-RAMが2Kバイト用意されています．V-RAMはI/Oポートに割り当てられているため，バンク切り換えなどの手段をとらずに直接アクセスすることができます．

画面に表示されるキャラクタのドットパターンのデータ(フォント)はCGROM(キャラクタジェネレータROM)に記憶されています．X1シリーズの場合1キャラクタは8×8ドットで構成されているので，1つの文字データにつき64ビット(8バイト)必要とされます．キャラクタは256個あるのでCGROMは8バイト×256=2Kバイトの容量を持ちます．X1turboシリーズの場合は，高解像度モードと低解像度モードの2種類のANKフォントを各4Kバイトずつ計8Kバイト持っています．

また，JIS第1水準漢字ROMとして128Kバイトが実装され，さらにオプションとして，第2水準漢字ROMを128Kバイト持っています．

X1シリーズには，ユーザーが自由に定義できる文字パターンとしてPCG(プログラマブル・キャラクタ・ジェネレータ)が用意されています．この部分は，書き換え可能にするためにRAMになっており，1キャラクタにつきR，G，B各色8バイトずつ，256キャラクタ分で計6Kバイト用意されています．

1-1-3　サブCPU

X1シリーズには，メインCPUのZ-80Aのほかに，入出力用のCPUが2個搭載されています．このCPUは，サブCPUと呼ばれ，ユーザーが直接管理することはできません．メインCPUが必要に応じて，サブCPUにコマンドを送り，処理を行います．サブCPUとして，X1には80C48と80C49が1個ずつ，turboシリーズには80C49が2個搭載されています．

サブCPUのうちの1つは，X1本体内でなくキーボード内に置かれており，押されたキーの情報をシリアルデータに変換して本体に送ります．一方，本体内のサブCPUは，キーボードから送られてきたキーデータの受け取りや，カセット，テレビ等のコントロール，タイマー回路のコントロールを行います．

サブCPUは，メインCPUから完全に独立して仕事をするわけではないので，メインCPUとの間でデータ交信の必要がでてきます．そこで，両CPUの通信のために8255というPPI(Programmable Peripheral Interface)が使われています．また，カセットやプリンターとのインターフェイス用に，もう一個8255が使われています．

1-1-4　サウンド機能

X1シリーズにはサウンド用LSIとして，AY-3-8910(PSG)が搭載されています．また，FM音源ボードにはYM2151と呼ばれるLSIが使われています．turboZで使用されているPSGはYM2149と呼ばれるAY-3-8910にソフトウェア的にコンパチブルなLSIです．PSGにはサウンド機能の他に，外部I/Oの機能もありX1シリーズではジョイスティックポートとして使われています．またturboZでは，FM音源が標準で内蔵されています．

1-1-5　画面表示

X1では，本体にある画面のデータをTVディスプレイに表示するためにHD46505というCRTコントローラ(CRTC)を採用しています。機能的にはシンプルですが，使いやすく応用が利くので広く普及しているLSIです。このCRTCは，水平垂直同期信号の発生，キャラクタとグラフィックの表示アドレスの発生，表示タイミング等をコントロールします．

画面のどこにどのような文字が入っているかの情報を示すのがテキストV-RAMです．80桁×25行＝2000字分，2Kバイト用意されています(2K＝2048ですから48バイト余りますが，この部分は表示されません．この部分はPCGの定義，読み出しに使われています)．また，それぞれの文字がどういう属性(CGROMか，PCGか，色，大きさなどの性質)を持つのかという情報(アトリビュート)は，アトリビュートV-RAM2Kバイトに格納されています．turboシリーズでは，漢字表示用の漢字テキストV-RAM2Kバイトが別に用意されています．

グラフィック用のV-RAMとして，X1シリーズは48Kバイト，turboシリーズでは96Kバイトが用意され，解像度を320×200ドット，640×200ドット，turboシリーズの場合はさらに320×400ドット，640×400ドットと変えることができます．

1-2　X1シリーズのハードウェア比較

X1シリーズには多くの機種がありますが，代表として，X1，X1turbo III，X1turboZのシステムブロック図を示します(図1-1，1-2，1-3)．システムのメインとなる部分は変更せずに，メモリーの増設や周辺機器の内蔵といった形で進化してきていることがわかります．

図1-1 X1システムブロック図

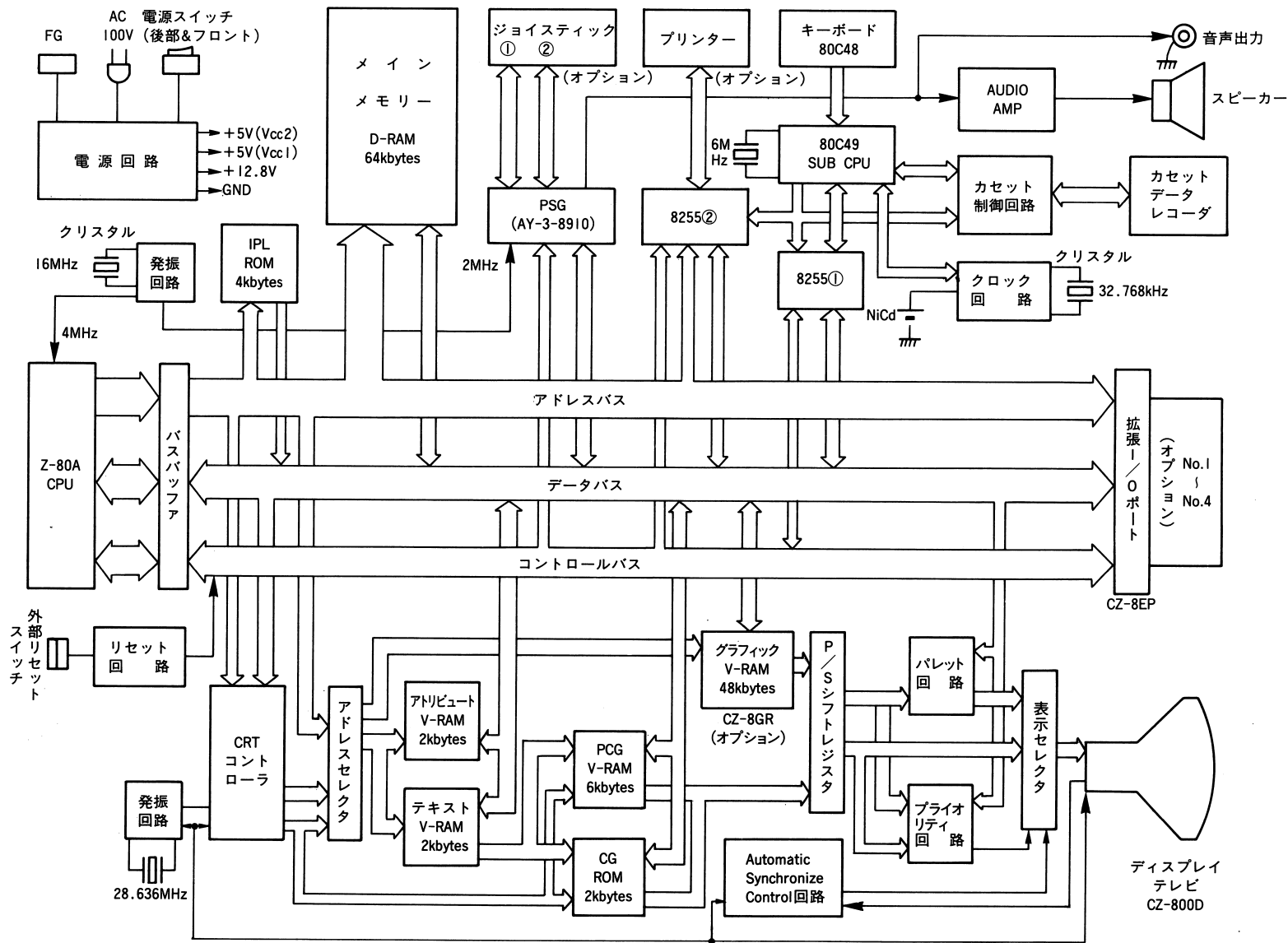



図1-2 X1 turbo IIIシステムブロック図

X1シリーズに標準装備された周辺機器類を表にまとめると次のようになります.

	X1	Cs	Ck	D	F	G	turbo	II	III	Z
GRAPHIC-V-RAM(48K)		○	○	○	○	○				
GRAPHIC-V-RAM(96K)							○	○	○	○
第1水準漢字ROM			○			○	○	○	○	○
第2水準漢字ROM									○	○
漢字テキストRAM							○	○	○	○
カセット	○	○	○		*	*	*			
3″FD				○						
5″2D					*	*	*	○	○	○
5″2HD									○	○
RS-232C端子							○	○	○	○
マウス端子							○	○	○	○
FM音源										○

注）○…標準装備　*…モデルによる

表1-1　X1シリーズに標準装備された周辺機器類

1-3　ソフトウェア概説

X1シリーズには, X1の持つハードウェアの機能をすべてサポートするHuBASICが付属しています(X1turboZを除く). また, X1F以降の機種には機能を向上させたNEW　BASICが付属しています.

X1シリーズのBASICには次の5種類があります.

ＣＺ-８ＣＢ０１　Ｖ１.０　テープ用BASIC
ＣＺ-８ＦＢ０１　Ｖ１.０　ディスク用BASIC
ＣＺ-８ＣＢ０１　Ｖ２.０　テープ用NEW BASIC
ＣＺ-８ＦＢ０１　Ｖ２.０　ディスク用NEW BASIC
ＣＺ-８ＦＢ０２　Ｖ１.０　漢字HuBASIC(turbo　BASIC)

このうち, 漢字HuBASICはturboシリーズでしか使えませんが, 他のBASICは全てのX1シリーズで使用することができます.

また, X1のCPUであるZ-80には, CP/M(シーピーエム)というディスクオペレーティングシステム(DOS)があります. このDOSは, 8ビットCPU用としては世界で最もポピュラーなものです. DOS上ではプログラムやデータは機種の違いを超えて互換性があります. もちろん, X1シリーズにもランゲージマスター, turboCP/Mの名称で供給されていて, これを使用することにより, 英文ワードプロセッサや, 事務計算ソフト, FORTRAN, C, LISPといった言語など, CP/M上で動作する多くのソフトウェアが使えるようになります.

第２章
メモリー構成

2-1　メインメモリー

2-1-1　X1 シリーズのメモリー構成

X1のメモリー空間は，メインメモリー用のRAM 64Kバイトと IPL(Initial Program Loader)ROM 4Kバイトによって構成されています．また X1turbo，X1turboZ のメモリー空間は，メインメモリー用の RAM64K バイトと IPL 部を含む BIOS ROM32K バイトによって構成されています．

グラフィック V-RAM，テキスト V-RAM，アトリビュート V-RAM などは I／O 空間 64K バイトの中に配置されています．

2-1-2　増設 RAM

X1 で使用されている外部 RAM(CZ-8EM)は I／O アドレス(0D ＊＊ H)を介してアクセスされる外部記憶装置ですが，turbo シリーズの増設 RAM はメインメモリーの 0000H～7FFFH 番地(32K バイト)を１ブロックとする最大16バンク，計 512K バイトのメインメモリーとして使用することができます．

メインメモリーと増設 RAM のバンク切り換えは，I／O ポート 0B00H 番地にデータをセットすることによって行われます．

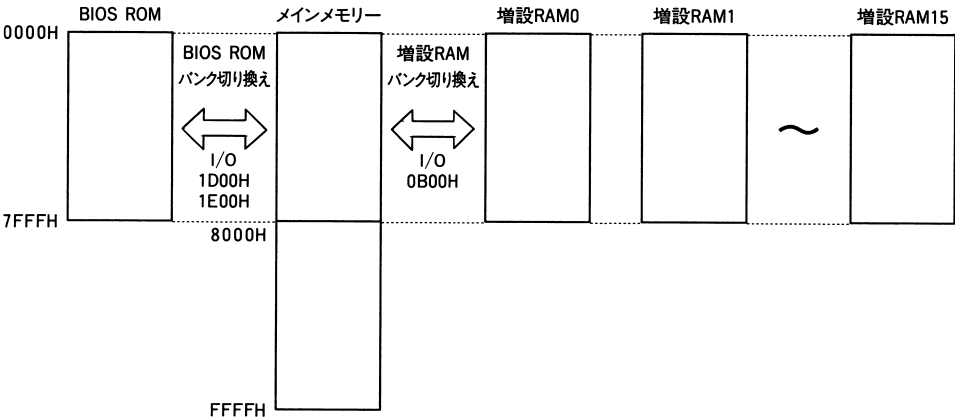



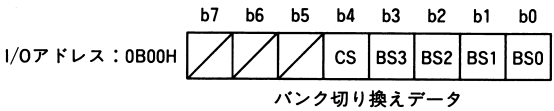
図2-1　増設RAMの切り換え

CS	BS3	BS2	BS1	BS0	バンク切り換え先
1	*	*	*	*	メインメモリー
0	0	0	0	0	増設RAM 0
	0	0	0	1	〃 1
	0	0	1	0	〃 2
	0	0	1	1	〃 3
	0	1	0	0	〃 4
	0	1	0	1	〃 5
	0	1	1	0	〃 6
	0	1	1	1	〃 7
	1	0	0	0	〃 8
	1	0	0	1	〃 9
	1	0	1	0	〃 10
	1	0	1	1	〃 11
	1	1	0	0	〃 12
	1	1	0	1	〃 13
	1	1	1	0	〃 14
	1	1	1	1	〃 15

表2-1　I/Oポート0B00H番地の内容

リスト2-1　増設RAM切り換えプログラム

```
RBKADD  EQU     0B00H
RASLAD  EQU     1E00H
RBKST:  LD      BC, RASLAD ┐ BIOS-ROMノンアクティブ
        OUT     (C), A     ┘
        LD      BC, RBKADD ┐
        LD      A, (RBKDT) │ バンク切り換え
        OUT     (C), A     ┘
        RET
        ;
RBKDT:  DB      01H ……………………増設RAM#1選択
        ;
        END
```

2-2　内蔵ROM

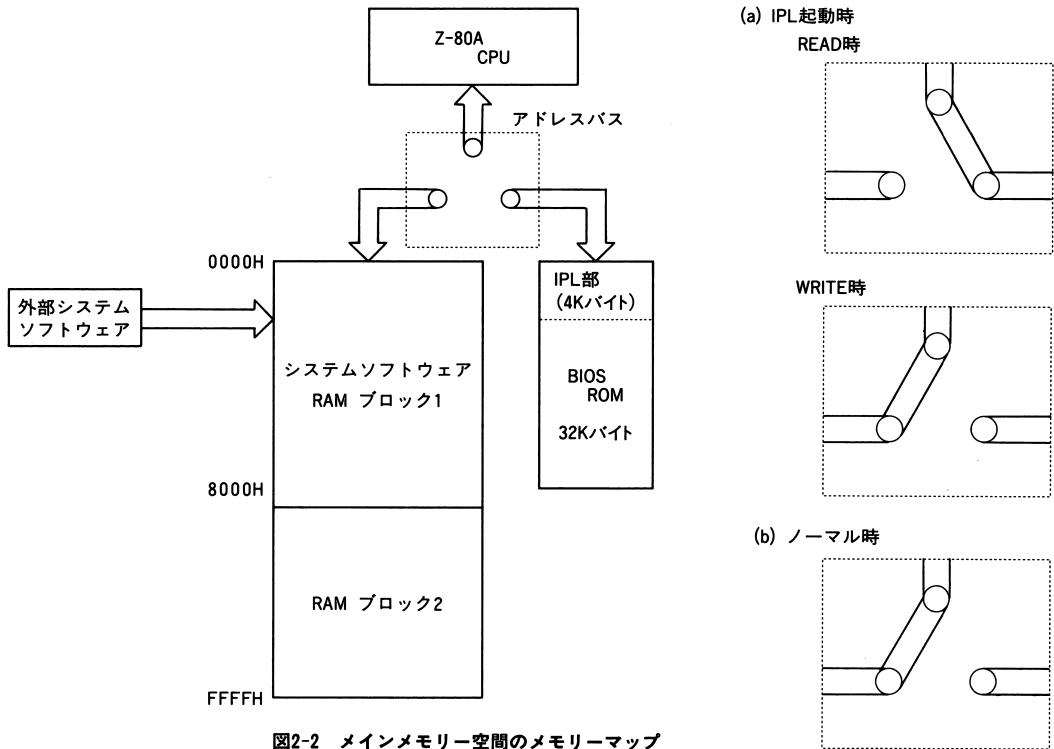
2-2-1　IPL ROM

(1)　IPL ROMの動作

IPL ROMは電源投入時(IPLリセット時)に時刻やテレビタイマーの設定を行うか，もしくはフロッピーディスク，カセット，ROM等の外部ソフトウェアをメインメモリーの0000H番地以降に読み込みます．

IPLプログラムの実行時には，IPL ROM(0000H番地から0FFFH番地)とメインメモリーの領域は重なっていますが，CPUの読み出し動作時にはIPL ROMを，書き込み動作時にはメインメモリーをアクセスするハードウェア構成によって両者を区別しています．IPL ROMは外部

システムプログラムの読み込みが終了するとメインメモリー空間から切り離されます．ただし，タイマー設定時には再起動されます．

図2-2 メインメモリー空間のメモリーマップ

(2) 外部システムプログラムの読み込み

電源投入時はX1シリーズのメインメモリーが全てRAM構成になっているため，システムソフトウェアを外部デバイスからRAM上に読み込む必要があります．前述したように，システムソフトウェアを読み込むためのプログラムはIPLに組み込まれています．外部デバイスとしてフロッピーディスク，カセット，ROMがサポートされています．

電源投入後IPLが起動して，ハードとソフトの初期設定が行われます．続いてキーが押されているかどうかを調べます．押されたキーの内容と選択するデバイスの内容は以下の通りです．

キーの内容	選択デバイス
F	フロッピーディスク
R	ROM
C	カセット

表2-2 キーの内容と選択デバイス

キーが押されていれば，それに対応するデバイスの読み込みプログラムを起動します．またこのとき「T」が押されていればタイマー設定のプログラムを，「M」が押されていれば機械語モニタを起動します．何もキーが押されていない場合には，各デバイスの接続の状態を次の優先順位で調べます．

1-フロッピーディスク
2-ROM
3-カセット

次に，選択されたデバイスのファイルから，インフォメーションブロックと呼ばれる32バイトを読み込みます．そして，インフォメーションブロックの先頭のモード部分を見て機械語ファイルであれば，システムプログラムをメモリー上にロードします．ロードが終了するとIPL ROMを切り離し，メモリー上のシステムプログラムに制御を渡します．

(3)　IPLルーチンの呼び出し

IPL(BIOS)ROM内のルーチンを使いたいとき，たとえばタイマーを設定したいときにはIPL(BIOS)ROMをアクティブにします．そのためには，システムI/Oポートの1D＊＊Hポートを使用します．このポートに対して出力命令を実行すればIPL(BIOS)ROMがアクティブになります．

IPL(BIOS)ROMをメモリー空間から切り離すためには，システムI/Oポートの1E＊＊Hポートを使用します．このポートに対して出力命令を実行すればIPL(BIOS)ROMはノンアクティブになります．

X1turboでは，次のような手順でIPLの001BH(RAM)を通じてBIOS ROM内のルーチンをメインメモリ上のプログラムからCALLすることができます．
まずBCレジスタにBIOSのエントリ番地をセットします．
そしてRST 001BHを実行します．

```
LD   BC,(アドレス)
RST  001BH
```

この場合，メインメモリ側のプログラムもIPLの001BH番地のルーチンに対応していなければなりません．参考までにメインメモリとIPLのバンク切り換え例を示します．

番地	(メインメモリ)		(IPL)	
0018H	CALL	001BH		
001B H	PUSH	BC	NOP	
001C H	LD	B, 1DH	LD	B, 1EH
001E H	OUT	(C), B	OUT	(C), B
0020H	RET		RET	

注　意

外部から利用できるサブルーチンのエントリー番地，内容に関してはX1とturboシリーズは共通になっています．ただし，X1とturboシリーズのIPLを利用した共通プログラムを作成する場合は，次のことに注意する必要があります．X1ではIPLをアクセス中に1ウエイトかかりますが，X1turboではウェイトがかかりません．これに伴いループカウンターの定数が変更されています．更に，turboシリーズではメッセージが追加，変更されているためメッセージエリアのアドレスが変更されています．

2-2-2 BIOS ROM

BIOSとは，X1turboシリーズのハードウェアを直接制御するためのサブルーチンの集まりのことで，CPUと各種I/Oデバイスとの間の入出力インターフェイスの役割をしています．このBIOSはI/Oドライバーだけでなく，浮動小数点パッケージ，グラフィックパッケージ等も含む

強力なものです．各種サブルーチンのエントリー番地や機能などの詳細は付録の「BIOS ROM マップ」を参照してください．

X1turbo シリーズの BIOS ROM は，メモリーアドレス空間の 0000H～7FFFH 番地を占めています．なお，先頭の 4K バイト(0000H 番地から 0FFFH 番地)は IPL になっています．

(1) BIOS ルーチンの呼び出し

BIOS 内のルーチンを呼び出す方法は，0000H～7FFFH 番地にユーザープログラムがあるかないかによって異なります．7FFFH 番地以前にある場合には 2-2-1(3)の「IPL ルーチンの呼び出し」と同様に行って下さい．8000H 番地以降にある場合は，次のような手順を使用します．

```
LD      B, 1DH
OUT     (C), B
CALL    <アドレス>
LD      B, 1EH
OUT     (C), B
```

(2) BIOS ルーチン内部でのエラー発生

BIOS 内のルーチンでエラーが発生した場合は自動的に F83CH 番地の BIOSER にジャンプします．このルーチンは，エラー処理のためのジャンプルーチンなのでユーザープログラム中で BIOS ルーチンを利用する際には，ユーザー側でエラー処理ルーチンを用意して，BIOSER のジャンプテーブルに登録しておく必要があります．なお，その場合はメインメモリーを以下のように設定して，RST 命令で 0008H 番地から実行します．

<番地>	<メインメモリー>		<IPL>	
0008H	EX	AF, AF'		
0009H	LD	A, 1DH		
000BH	OUT	(C), A		
000DH			EX	AF, AF'
000EH	どのような内容でも		CALL	7D6CH
0011H	かまいません．		LD	B, 1EH
0013H			OUT	(C), B
0015H	RET			

```
LD      BC, <アドレス>    注) <アドレス> は，エラー処理と
RST     0008H                 ルーチンのエントリーエドレス
```

注 意

BIOS ROM 内ルーチンでエラーが発生した場合は，キャリーフラグがセットされます．

2-3 I／O 制御

2-3-1 I／O 空間のアクセス

X1 シリーズは 64K バイトの I／O 空間を持ち，Z-80A の入出力命令によって自由にアクセスすることができます．I／O 空間には各種 I／O の他にグラフィック V-RAM も存在しています．

I/O空間をアクセスするには，Z-80AのI/O制御命令であるIN命令とOUT命令を使用します．I/O制御命令には2つの使い方があります．ひとつはCレジスタを使用した入出力命令で以下のように使います．

IN　r，(C)
あるいは，
OUT (C)，r

この命令を実行することによってBCレジスタの内容がアドレスとして出力されます．すなわち，Bレジスタの内容が上位8ビットのアドレスに，Cレジスタの内容が下位8ビットのアドレスになります．これにより16ビットのアドレスが指定され，64KバイトのI/O空間を制御することができます．
もうひとつは入出力命令の第2グループを使用したもので，

IN　A，(n)
あるいは，
OUT (n)，A

を実行します．nには8ビットの定数(0～255)が入りこれでは，最大256個のI/O空間しかアクセスできませんが，実際はAレジスタの内容が上位8ビットに出力されるので，この命令によっても64KバイトのI/O空間を制御することができます．

注　意
I/OポートのなかでI/Oアドレスの一部が＊＊で表現されているものがありますが，これは下位アドレス等がデコードされていないためで，この部分はどのような内容でも構いません．

2-3-2　シングルアクセスモードと同時アクセスモード
X1シリーズのI/Oアクセスは，通常のアクセスモードであるシングルアクセスモードとグラフィックV-RAMに対する書き込み時に使用される同時アクセスモードとがあります．

(1)　シングルアクセスモード
X1シリーズではアクセスモードがいかなるモードであっても，I/Oに対する読み出し命令を実行するとシングルアクセスモードになるハードウェア構成となっています．従って，シングルアクセスモードでI/Oポートをアクセスするためには，ダミーのIN命令を実行するだけでアクセス可能となります．

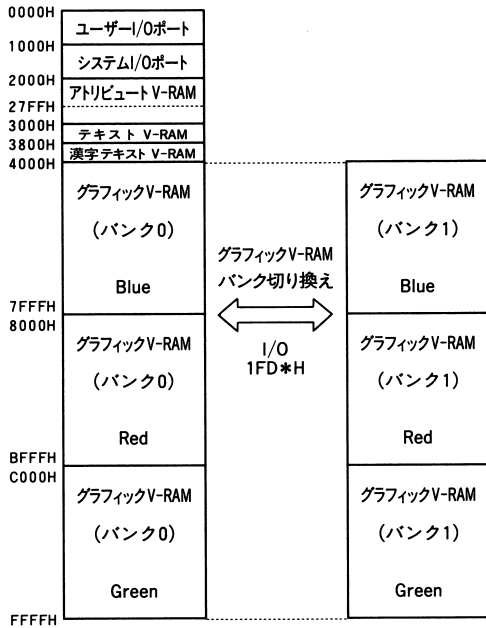
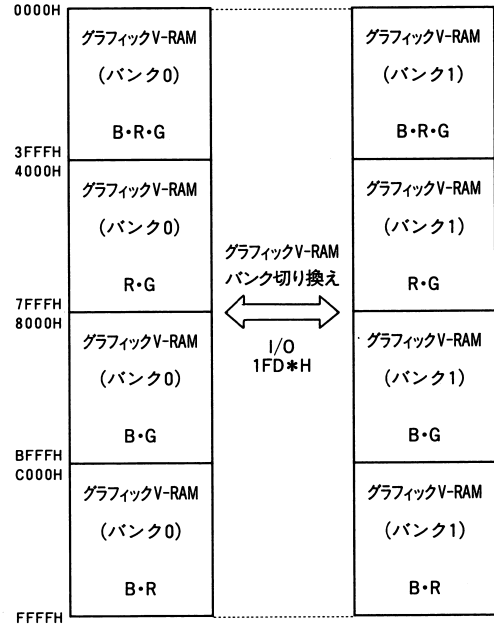
(2)　同時アクセスモード
同時アクセスモードでは，2面以上のグラフィックV-RAMに同時に書き込むことができるようになっています．このため，面の塗りつぶしや画面のクリアなどを高速に行うことができます．
シングルアクセスモードから同時アクセスモードへ切り換えは，8255②のポートCビット5の立ち下がりによって行われます．そこで，同時アクセスモードにするには，ダミーの読み出し命令を実行してシングルアクセスモードにしたのち，8255②のポートC(1A02H番地)のビット5を〝0″→〝1″→〝0″の順で変化させます．再びシングルアクセスモードにするには，I/Oに対して読み出し命令を実行します．

(a) シングルアクセスモード　　(b) 同時アクセスモード

図2-3 シングルアクセスモードと同時アクセスモードのI/Oマップ

リスト2-2 シングルアクセスモードでのI/Oポートに対する書き込み

```
SACADD  EQU   4000H ……………I/Oポートアドレス
SACDAT  EQU   20H ………………書き込むデータ
SACSS:  IN    A, (C) ……………シングルアクセスモードに換える
        LD    BC, SACADD
        LD    A, SACDAT
        OUT   (C), A
        RET
        ;
        END
```

リスト2-3 同時アクセスモードでのV-RAMアクセス

```
PIOADD  EQU   1A03H ……………8255②コントロールレジスタI/Oアドレス
DACADD  EQU   4000H ……………I/Oアドレス
DACDAT  EQU   20H ………………データ
DACSS   IN    A, (C) ……………シングルアクセスモードに
        LD    BC, PIOADD
        LD    A, 0BH  ]
        OUT   (C), A  ] 8255のポートCのビット5をオン
        DEC   A       ]
        OUT   (C), A  ] 8255のポートCのビット5をオフ
        LD    BC, DACADD
        LD    A, DACDAT
        OUT   (C), A
        IN    A, (C) ……………シングルアクセスへ
        RET
        ;
        END
```

2-3-3　システムＩ／Ｏポートとユーザー Ｉ／Ｏポート

システムＩ／Ｏポートとユーザー Ｉ／Ｏポートはシングルアクセスモード時のみアクセスすることができます．

ユーザーＩ／ＯポートはＩ／Ｏアドレスの0000H～0FFFH番地を占め，各種の周辺機器や外部デバイスなどの入出力に使用します．ただし，シャープから提供されるインターフェイス基板が0100H～0FFFH番地に配置されることになっているので，ユーザーがオリジナルのインターフェイス基板を接続する場合には，0000H～00FFH番地の範囲に設定してください．

システムＩ／Ｏは1000H～1FFFH番地に配置されています．このＩ／Ｏポートを通じてパレット回路，プライオリティ回路，PCG，CGROM，漢字ROM，CRTC，サブCPU(80C49)，PSG，8255②，IPL-ROMなどの各種デバイスをアクセスしています．システムＩ／Ｏポートの詳細は付録「Ｉ／Ｏマップ」を参照してください．

第3章
HuBASICの内部構造

原則として，この章はディスク版NEW BASICに基づいて書かれています．各BASICで異なる場合は，その旨，表記してありますが，基本的には構造は同じです．

3-1　HuBASICの種類

いままでにX1に添付されてきたBASICには次の5種類があります．

ＣＺ-８ＣＢ０１　Ｖ１．０　最初のテープ用BASIC
ＣＺ-８ＦＢ０１　Ｖ１．０　最初のディスク用BASIC
ＣＺ-８ＣＢ０１　Ｖ２．０　テープ用NEW　BASIC
ＣＺ-８ＦＢ０１　Ｖ２．０　ディスク用NEW　BASIC
ＣＺ-８ＦＢ０２　Ｖ１．０　漢字HuBASIC(turboBASIC)

このうち，漢字HuBASICはX1turboシリーズでしか使えませんが，他のBASICはすべてのX1シリーズで起動できます．漢字HuBASICはturbo用の拡張機能をそなえているばかりでなく，高度な日本語処理を行えるようになっています．

NEW　BASICは，フリーエリアの拡張をはかるために，旧BASIC(V1.0)の中で使用頻度の低かった命令や，他の命令で代用できる命令を削除しました．また，必要とする命令に応じて10段階にBASICの大きさを指定できるなどの特徴を持っています．

3-2　HuBASICメモリーマップ

HuBASIC(ver1.0)とturbo版HuBASICのメモリーマップを図3-1に示します．ただし，ディスクBASICとテープBASICでアドレスが異なる場合にはカッコ内にテープBASICの値を示しました．

図中の各エリアについて以下に説明します．

● **IOCS**(Input　Output　Control　System)
その名称の通りハードウェアに直接関係するデータの出入力を管理します．

● **BASICテキストの先頭アドレス**
LIMIT，CLEAR命令により変更することができます．また，NEW　ONレベルに応じて変化します．終了アドレスはBASICテキストの長さによります．

● **変数エリア**
数値変数の場合は種類，変数名と値そのものが入ります．文字変数の場合は種類，変数名，文字列の長さと文字列が格納されているアドレスを知るためのポインタが入っています．

●ファイル用ストリングバッファ
周辺装置とデータをやりとりするときの一時的なバッファ256バイトとデータの入出力先や処理アドレスの入った部分16バイトからなっています．このエリアの大きさは，MAXFILES 命令で指定した最大ファイル数により変化します．最大ファイル数がｎのときこのエリアの大きさは(ｎ＋１)×(256＋16)バイトとなります．
●ストリングデータエリア
文字変数の実際の文字列データが入るエリアです．
●テンポラリストリングバッファ
文字変数の多重処理，ファイルからの入力時に一時的に使われるエリアです．
● BASIC 用スタック
GOSUB 文の戻り番地などを保存するエリアです．
● FAC(Floating　Accumulator)
FAC は BASIC インタープリタのアキュムレータで，すべての計算はここを中心にして行われます．X1 では 100H(256バイト)と決められています．USR 関数で渡されたデータや浮動小数点の代入，演算は FAC に転送され，FAC を経由して処理されます．FAC の先頭番地は CLEAR 命令や LIMIT 命令により決定されます．
● FF00H～EFFFH は，汎用のワークエリアです．FF00H からはキー入力バッファやファイルのインフォメーションバッファとして，FFFFH からはスタックとして使われます．

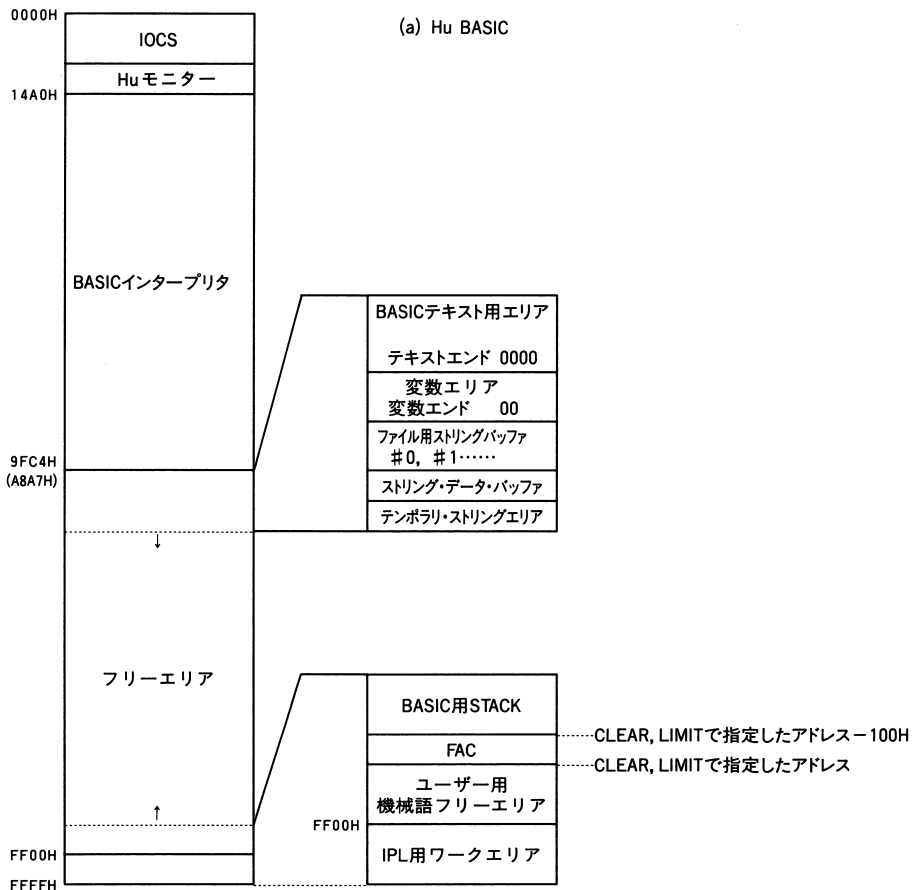
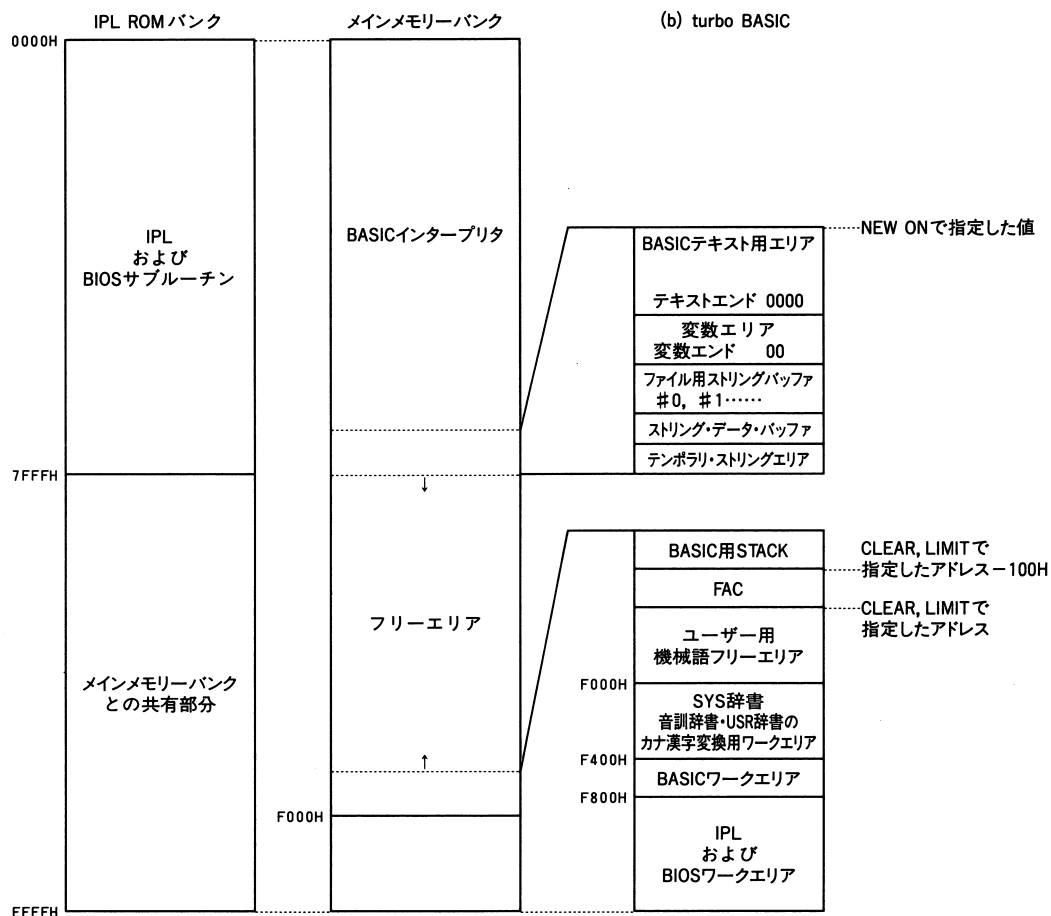



図3-1 Hu BASICメモリーマップ

内容	格納アドレス カッコ内は DISK BASIC	初期値		備考
		BASIC起動前	起動後	
BASICテキスト・トップ	9D52 (A635)	9FC5	9FC5 (A8A8)	NEW ON命令で変えられる
変数エリア・トップ	9D46 (A629)	A0EF	9FC7 (A8AA)	VARPTR命令はこのエリア内のアドレスを示す
ファイル用ストリング・バッファトップ	9D48 (A62B)	A0FC	9FC8 (A8AB)	STRPTR命令で値を見ることができる
ストリング・データ・バッファトップ	35F6 (3628)	A31C	A1E8 (ABDB)	
テンポラリ・ストリングエリア・トップ	9D4A (A62D)	A3D6	A1EA (ABDD)	
フリーエリア・トップ	35EF (3621)	A3D6	A1EA (ABDD)	
FACトップ	9D4C (A62F)	FD00	FE00 (FE00)	CLEAR, LIMITのアドレス－100Hである
ユーザー用機械語フリーエリアトップ	9D4E (A631)	FE00	FF00 (FF00)	CLEAR, LIMIT命令で変えることができる
IPL用ワークエリアトップ	9D50 (A633)	FF00	FF00 (FF00)	半固定

表3-1 HuBASICのワークエリアと初期値

IOCS, インタープリタ部分及びFF00H以降のIPLなどのワークエリアはメモリーマップに示される通りですが, BASICテキストエリアや変数エリアは状況によって変化します. そのための, 各々の領域の場所を示すポインタがワークエリアの中にあります. このポインタのアドレスと各BASIC起動時における初期値を表3-1に示します.

また, NEW BASICにおける, 各NEW ONレベルのBASICテキストスタートアドレスを次表に示します.

NEW ONレベル	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TEXT先頭番地	7F96	919E	9449	9BB4	9F43	A3A8	A4CC	A587	A6C1	A914

表3-2　BASICテキストスタートアドレス

3-3　プログラムの格納状態

BASICプログラムは, 行番号順に格納されています. BASICテキストの格納開始アドレスは, BASICのバージョンやNEW ONレベルにより変化します. それぞれの行は以下に示すような形式で格納されています.

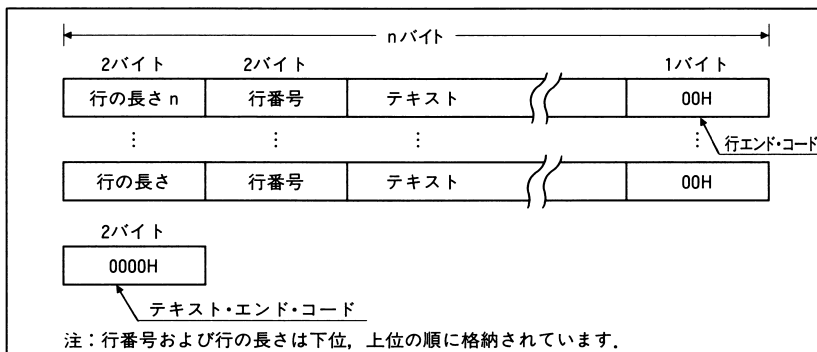



図3-2　テキストの格納形式

プログラムの終りにはテキストエンドコードとして0000Hが書き込まれていて, 後に続く文がないことを示します.

次に, プログラム／テキストがどのように格納されているか見てみましょう. 例として次のプログラムを使います.

これを, モニタのDコマンドでダンプしたリストを続いて示します.

リスト3-1

```
10 PRINT "ABCDEF"
20 END
```

```
:A8A8=0F 00 0A 00 8F 20 22 41 /..../ "A
:A8B0=42 43 44 45 46 22 00 06 /BCDEF"..
:A8B8=00 14 00 98 00 00 00 00 /...ｼ....
:A8C0=00 4F 3A 69 00 00 00 00 /.O:i....
:A8C8=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A8D0=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A8D8=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A8E0=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A8E8=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A8F0=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A8F8=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A900=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A908=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A910=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A918=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
:A920=00 00 00 00 00 00 00 00 /........
```

これを見るとわかるように，プログラムはLISTのままの形でメモリーに格納されているわけではなく，できるだけメモリーをつかわないように工夫して格納されています．

3-4　中間言語

前の節で，BASICプログラムのテキストが圧縮された形で格納されていることがわかりました．これはBASICのキーワード(PRINT, ENDなど)を1バイトか2バイトの中間言語で表しているからです．

このPRINT, ENDといったキーワードは予約語と呼ばれ，BASIC言語に，あらかじめ登録されています．その一覧は中間言語の順に並べられています．各BASICにおける予約語テーブルアドレスを次に示します．

NEW BASIC(DISK)	267BH～2A02H
旧BASIC(TAPE)	28F6H～2CDDH
旧BASIC(DISK)	2921H～2D0BH
turbo版	5741H～5B80H

表の構造は，予約語を羅列したものとなっており，各予約語の終りは，次の予約語と区別するために，最後の文字の最上位ビットがONになっています．また，中間言語テーブルは3つに分かれていて，最初が基本的なBASICの命令，次に拡張されたBASICの命令，最後に関数，システム変数となっています．それぞれの区切りには0FFHがおかれています．

基本的なBASIC命令の中間言語は080Hからはじまる1バイト，拡張命令は0FEH+080Hから始まる1バイトの計2バイト，関数は0FFH+080Hからの1バイトの計2バイトという構成になっています．

3-5　変数テーブル

テキストエリアの後に変数テーブルと呼ばれる，変数の値を格納しておくエリアが用意されています．ただし，プログラムを実行して実際にその変数が使われないと，変数領域に登録されません．

3-5-1　単純変数テーブル

変数の種類，変数名の長さによって必要なバイト数は異なりますが，各変数とも同じような形式で格納されます．文字型変数を除いて，１バイト目で示される変数の種類の値はそのまま変数データの格納バイト数も表しています．

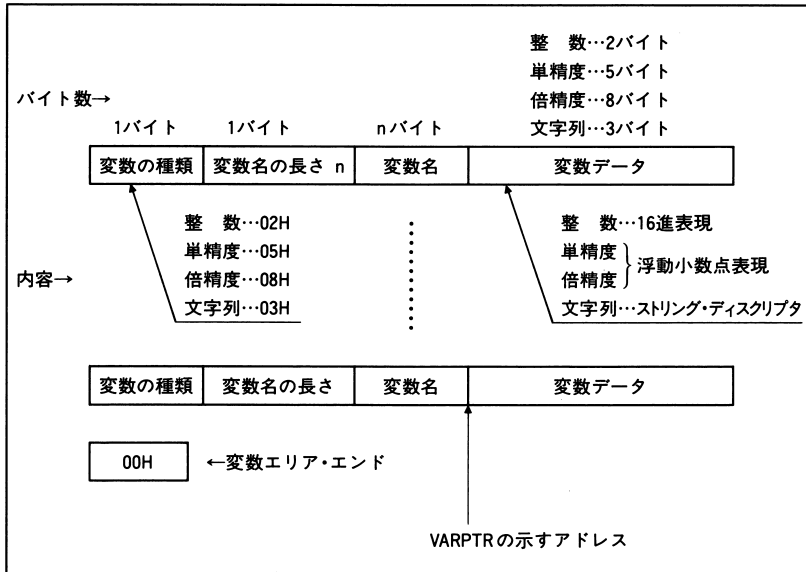



図3-3　変数の格納形式

変数データは，整数型変数の場合は数値がそのまま16進数２バイトで入っており，単精度，倍精度型変数のときには次節で説明する浮動小数点表記で格納されています．また，文字変数の場合は，他の変数型と異なり，直接このエリアにデータは格納されていません．他の変数型のデータ格納部分にあたる部分にはストリングディスクリプタといわれるものが格納されていて，このデータを用いて，実際のストリングデータエリアのアドレスを計算します．ストリングディスクリプタとは文字変数の値(文字列)の格納されているストリングデータエリアの先頭アドレスを０としたとき，何バイト離れたところに文字列の先頭があるかを示す値です．ストリングデータエリアの先頭アドレスはSTRPTR 変数に入っているので，実際に文字列が格納されたアドレスは，STRPTR 変数の値にストリングディスクリプタを加えることによって求められます．

NEW BASIC の場合はSTRPTR 変数が削除されていますので，直接 BASIC の内部ポインタである，7D2AH を参照することによって，ストリングデータエリアの先頭番地を求めて下さい．

では，実際にどのように変数が格納されているかを見てみましょう．次の図は，NEW BASIC DISK 版で，NEW　ON　9の状態で実験したものです．

リスト3-2

```
10 a%=10
20 a!=10
30 a#=10
40 a$="10"
```

```
:A940=00 00 00 02 01 41 0A 00
:A948=05 01 41 84 20 00 00 00
:A950=08 01 41 84 20 00 00 00
:A958=00 00 00 03 01 41 02 32
:A960=03 00 01 4F 2C 42 B7 28
:A968=27 2A 80 30 E5 1A 13 06
:A970=08 1F CB 16 10 FB 23 0D
:A978=20 F3 22 80 30 EB CD 2E
:A980=56 E1 ED 5B 2A 7D B7 ED
:A988=52 EB E1 E5 23 73 23 72
:A990=E1 C3 65 50 CD 87 A5 F6
:A998=80 FE 80 CA D6 A4 3E 0D
:A9A0=C3 D6 A4 CD 5B 4C 3D FE
:A9A8=0C 30 15 C6 10 C3 D6 A4
:A9B0=3E 03 CA D6 A4 CD 70 4C
:A9B8=1D 7A B7 28 06 3C 28 1D
```

アドレス	データ	意　　味
A943	02	変数の種類(整数型単純変数)
A944	01	変数名の長さ＝1バイト
A945	41	変数名＝『A』
A946	0A 00	変数データ(0AH＝10)
A948	05	変数の種類(単精度型単純変数)
A949	01	変数名の長さ
A94A	41	変数名
A94B	84 20 00 00 00	変数データ(浮動小数点表示)
A950	08	変数の種類(倍精度型単純変数)
A951	01	変数名の長さ
A952	41	変数名
A953	84 20 00 00 00 00 00 00	変数データ
A95B	03	変数の種類(文字型単純変数)
A95C	01	変数名の長さ
A95D	41	変数名
A95E	02	変数データの長さ
A95F	03 32	ストリング・ディスクリプタ
A961	00	変数領域の終り

表3-3

3-5-2　配列変数テーブル

配列変数の格納形式は次図のようになっています.

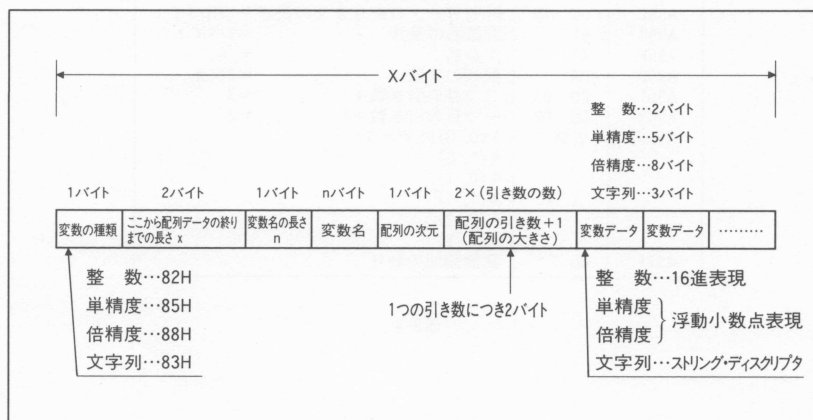



図3-4　配列の格納形式

n次元配列の場合は，「配列の大きさ」の部分がn個になります．また，「配列の大きさ」に格納される順番は，後の引数ほど先になり，変数のデータの格納順序は逆に引数の出てきた順になります．例えば，DIM A(2, 5)と宣言した場合は「配列の大きさ」には引数5が先に格納され，次に引数2が格納されます．変数データ域には，A(0, 0)，A(1, 0)，A(2, 0)，A(0, 1)……A(2, 5)の順に格納されていきます．

変数の種類を示すデータは，単純変数と区別するために，最上位ビットを1にしています．

では，実際にどのように変数が格納されているかを見てみましょう．

(NEW BASIC DISK 版／NEW ON9)

リスト3-3

```
100 DIM a%(1,2)
110 '
120 a%(0,1)=10
130 a%(1,2)=12
140 a%(1,1)=11
```

```
:A958=00 00 00 82 15 00 01 41
:A960=02 03 00 02 00 00 00 00
:A968=00 0A 00 0B 00 00 00 0C
:A970=00 00 01 4F 2C 42 12 0A
:A978=00 00 0B 00 14 00 61 21
:A980=F4 12 0A 00 00 0B 00 1E
:A988=00 61 23 F4 12 0A 00 00
:A990=0C 00 28 00 61 24 F4 22
:A998=31 30 22 00 00 00 02 01
:A9A0=41 0A 00 05 01 41 84 20
:A9A8=00 00 00 08 01 41 84 20
:A9B0=00 00 00 00 00 00 03 01
:A9B8=41 02 32 03 00 00 4F A9
:A9C0=42 B7 28 27 2A 80 30 E5
:A9C8=1A 13 06 08 1F CB 16 10
:A9D0=FB 23 0D 20 F3 22 80 30
:A9D8=EB CD 2E 56 E1 ED 5B 2A
```

アドレス	データ	意　　味
A95B	82	変数の種類(整数型配列変数)
A95C	00　15	配列データの終りまでの長さ＝15Hバイト
A95E	01	変数名の長さ　＝1バイト
A95F	41	変数名　＝『A』
A960	02	配列の次元　＝2次元
A961	00　03	二つ目の引き数＋1　＝3
A963	00　02	一つ目の引き数＋1　＝2
A965	省略	A (0, 0)のデータ
		A (1, 0)
		A (0, 1)
		A (1, 1)
		A (0, 2)
		A (1, 2)
A971	00	変数領域の終り

表3-4

3-6　数値の内部表現

3-6-1　浮動小数点

HuBASIC内部における演算と数値の変数領域への格納は，浮動小数点表記法で行われています．浮動小数点表記では，数値は仮数部＋指数部で表現されます．

浮動小数点表記とは，数値を有効数値と位どりの部分にわけて表現する方法で，例えば5430000は5.43×10^6と表せます．この方法をとれば，コンピュータ内部に数値を格納する場合にも，少ないバイト数で表現できます．

コンピュータで数値を扱う場合には基本的に2進数ですから，位どり等も2進数で表現します．2進数の浮動小数点表記には，いくつかの方法がありますが，ここではHuBASIC内部で使用してる表現を用いて10進の20.5を浮動小数点表記する過程を示してみましょう．

$$
\begin{aligned}
20.5 &= 16+4+0.5 \\
&= 2^4+2^2+2^{-1} \\
&= 10100.1\mathrm{B} \\
&= 1.01001\mathrm{B}\times 2^4
\end{aligned}
$$

0以外の実数はすべてこの形式で表現することができ，数式的に表すと次のようになります．2進数は1か0しかないため，いちばん上の桁(整数部)は常に1となります．

±1．＊＊＊＊＊＊＊＊B×$2^{\pm n}$　　(＊は0か1)

指数部に1バイト割り当て，0の時は指数部を00Hとすれば基本的にすべての数値が表現できます．また，指数部は正負両方の値をとるので，1バイトで表現するために，実際の数値でなく，81Hを0とする指数を用います．この方法では，もとの指数の数値を1とすると82H，2なら83H，同様に－1なら80H，－2なら7FHとなります．

仮数部の表現方法は，その整数部が常に1であるため，このビットを格納する必要はありません．ですから，このビットは仮数部の符号として使用します．仮数部が正の場合は最上位ビットを0，負の時には最上位ビットを1にします．

変数型により仮数部に使用されるバイト数は異なり，単精度数値を格納するためには4バイト，倍精度数値には7バイト使用します．

実際に，先ほどの値20.5($1.01001\mathrm{B}\times2^4$)を単精度数値としてHuBASICの格納形式で表せば，

指数部　4＋81H＝85H
仮数部　00100100　00000000　00000000　0000000
　　　　＝24H　00H　00H　00H

と，なります．

さて，10進数を2進数に変換すると，きれいに割り切れない場合がでてきます．たとえば，0.1は1.001100110011…×2^4となって無限循環小数になってしまいます．このような場合は最後の桁を0捨1入します．

指数部　－4＋81H＝7DH
仮数部　01001100　11001100　11001100　11001100　1100…
　　　　　　　　　　　　　　　　　　(↑桁上げ)
　　　　＝4CH　CCH　CCH　CDH

3-6-2　浮動小数点の演算誤差

浮動小数点表記で，10進数を2進数に変換すると，誤差がでることがあります．前節で，0．1が，無限循環小数になってしまうことを示しましたが，例えば，次のプログラムをHuBASICで実行してみると，

```
A#=0.1
PRINT A#
```

```
0.1000000000058208
```

と表示され，A#は正確に0.1ではないことが確認されます．これは，この場合，仮数部の57ビット目が0捨1入されたためで，このまま2進数で浮動小数点表記を使っている限り，避けることができません．

このような誤差を避けるための方法としては，10^n倍して，できるだけ整数の状態で計算をして，表示，登録の段階で10^nで除して実際の数値に戻す方法などが挙げられます．

3-7　機械語サブルーチンとのリンク

HuBASICには，機械語のサブルーチンを呼び出したい場合のためにCALL命令とUSR関数が用意されています．CALL命令は手軽に使える反面，パラメータの受け渡しが困難という短所があり，逆にUSR関数は関数なのでパラメータの受け渡しは簡単なのですが，少々理解しづらい面があります．

3-7-1　CALL命令

CALL命令は，直後に書かれたアドレスから始まる機械語サブルーチンを呼び出します．機械語サブルーチンからBASICに復帰するためには機械語プログラムの中でRET命令(0C9H)を実行します．

HuBASICのCALL命令には機械語サブルーチンとのパラメータ受け渡しの機能はサポートされていませんので，PEEK命令，POKE命令を使ってメモリーを介してパラメータを受け渡します．また，マニュアルには書かれていませんが，CALL　アドレス　(データ)という形式でHLレジスタにデータを渡すこともできます．ただし，機械語サブルーチンからBASICにデータを返す機能はサポートされていないので，データの読みとりはPEEK命令を使います．

なお，機械語サブルーチン内でレジスタを保存する必要はありません．

3-7-2　USR関数

USR関数は，関数の形で機械語のサブルーチンを呼び出します．機械語サブルーチンから復帰したあとは，その結果を持つ関数になります．USR関数は，実行前に呼び出す機械語サブルーチンの実行開始アドレスを定義する必要がありそれにはDEF USR文を使って次のように書きます．

```
DEF　USRn=a
```

nは関数識別番号で，0～9の最大10個の機械語サブルーチンを定義する事ができます．nを省略すると0が指定されます．実行開始アドレスaは，機械語サブルーチンの実行が開始される

アドレスであり，メインメモリー64KB中のどこにでも指定できます．

DEF USR文でいったんアドレスを定義すると，再定義しなおすまで，そのアドレスが保持され，NEWやCLEAR命令を実行しても，消去されません．

DEF USRで，nとaを定義したら次のようにしてUSR関数を使うことができます．

①　y＝USRn(x)　　①　y：数値変数
n：USR関数識別番号．0～9の整数．
x：数式(パラメータ)

②　y$＝USRn(x$)　　②　y$：文字変数
n：USR関数識別番号．0～9の整数．
x$：文字式(パラメータ)

USRの後ろに付ける番号nは，DEF USR文で設定した番号に対応します．

USR関数は，パラメータxやx$の値を持って，n番の機械語サブルーチンを呼び出し，復帰時に，その値をyやy$に代入します．機械語サブルーチンの中で，パラメータの値を書き換えると，その結果がyやy$の値となります．USR$のパラメータx，x$は省略する事ができません．

xは，数式で，単独の定数もしくは数値変数でもよく，精度も整数型，単精度型，倍精度型のいずれでも構いません．x$は，文字列を値に持つ文字式です．

USR関数で機械語サブルーチンを呼び出すときCPUの各レジスタには次の表で示される値が入っています．

パラメータ ＼ レジスタ	数　値　型	文　字　型
A	データの種類・バイト数 02H…整数　05H…単精度　08H…倍精度	03H…文字型のみ
HL	データ格納アドレス	ストリングディスクプリタ 格納アドレス
B	無意味	文字列の長さ
DE	無意味	文字列データ格納先アドレス
IX	エラー処理ルーチン・エントリーアドレス	

表3-5

● Aレジスタ(アキュムレータ)

Aレジスタ(アキュムレータ)には，パラメータの型を示す値が入っています．これらの値は，文字変数を除き，メモリー内において何バイトで表現されているかを表しています．

● HLレジスタ

HLレジスタの値は，数値変数と文字変数の場合で異なっています．数値変数の場合はパラメータの入っているメインメモリーのアドレスを示しており，パラメータが文字変数の場合は，直接文字列の入っているアドレスを示さず，ストリングディスクリプタと呼ばれているテーブルのアドレスを示しています．パラメータの値は，HLレジスタが指しているアドレスから格納されています．

● DE およびBレジスタ

DE とBレジスタは，Aレジスタが3のとき，すなわちUSR関数のパラメータが文字変数の時のみ意味を持ちます．この時DEレジスタにはその文字データが格納されているアドレス（絶対アドレス），Bレジスタには文字数が入っています．

※ USR関数の引数に文字列を使う場合の注意

USR関数の引数に文字列を使った場合，機械語ルーチンからBASICに制御が戻ったときに，引数に使用した文字列が破壊される場合があります．例えば，A$を引数に使い，A$の先頭1文字を削除した文字列を値として返す関数を作った場合，BASICに制御が戻った時点でA$は先頭1文字が削除されてしまっています．これを避けるためには次のようにします．

DM$＝USR(A$＋″″)

この方法をとれば，機械語ルーチンで参照するのは，テンポラリストリングバッファにコピーされたA$＋″″ ですから，破壊されるのはそちらであり，A$は破壊されません．

● USR関数内でのエラー処理

USR関数内でエラーが発生した場合，BASICにエラーの発生を知らせることができます．このとき，BASIC内であらかじめON　ERROR　GOTOの定義をしていれば，エラー処理ルーチンへジャンプすることもできます．

エラーの通知はエラー番号をAレジスタに入れIXレジスタの示すアドレスにジャンプすることにより行います．

第4章
画面表示

4-1 V-RAM

X1シリーズは，テキスト系V-RAMとグラフィックV-RAMの2つの系統のV-RAMをもっています．

テキスト画面を構成する「テキスト系V-RAM」は，テキストV-RAM，漢字用テキストV-RAM(turboシリーズのみ)，アトリビュートV-RAMの3種類にわけることができ，それぞれが2Kバイトの容量を持っています．テキスト画面の1文字は，各V-RAMの1バイトに対応するので，1文字は3バイト(X1は2バイト)で表されていることになります．この時，V-RAMのアドレスが表示位置に，各V-RAMに書き込まれている計3(2)バイトデータが，表示される文字及び属性に対応します．この3(2)バイトのデータが表す内容の概要を以下に示します．

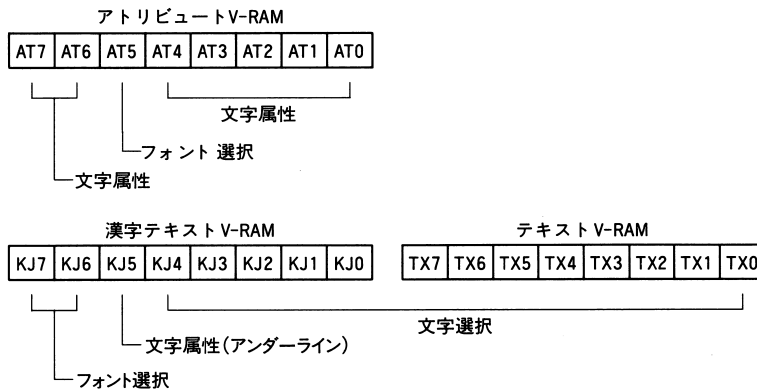



図4-1　テキストV-RAMのデータが表す内容(概要)

X1シリーズでは，この3(2)バイトのデータによって，テキスト画面に次の3種類の文字のいずれかを表示することができます．

(1)　キャラクタ・ジェネレータ(CG)

アルファベット，数字，カタカナ，セミグラフィック等

(2)　プログラマブル・キャラクタ・ジェネレータ(PCG)

ユーザー定義可能なキャラクタ・ジェネレータRAM

(3)　漢字ROM(turboシリーズのみ)

JIS非漢字文字45字と第1水準漢字2965文字，第2水準漢字3384字

グラフィック画面を構成する「グラフィックV-RAM」は，X1で48Kバイト，turboで96Kバ

イトあります．内訳は，16Kバイト(640ドット×200ドット1色に相当)のRAMがBLUE，RED，GREENの3枚で48Kバイト，さらにturboにはバンクによって同じ構成のものがもう1組で計96Kバイトです．グラフィック画面上の1ドットは，各V-RAMの1ビットに対応し，BLUE，RED，GREEN，計3ビットの組合せによってドットごとに8色の表示が可能です．また，turboの場合，2つのバンクを同時に使用することにより，640×400ドット・8色の表示も可能になっています．

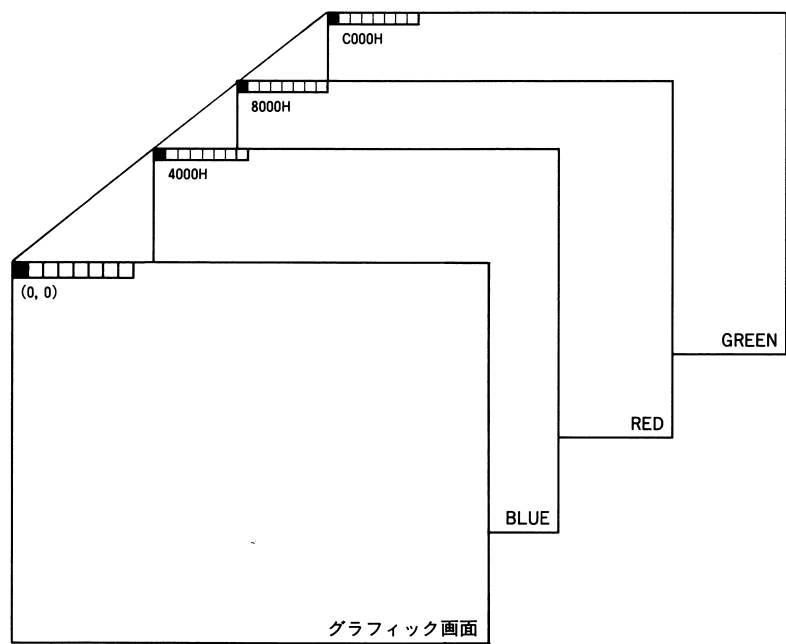



図4-2　グラフィックV-RAMとグラフィック画面概略図

X1シリーズでは，これらのV-RAMはすべてI/Oアドレス上に展開されており，CPUのIN，OUT命令で読み込み／書き込みを行ないます．

4-1-1　テキストV-RAM

テキストV-RAMは，I/Oアドレスの3000H番地から37FFH番地までで，CG，PCGのフォントを表示する場合には1バイトが画面上の1文字に対応し，これに書き込まれたデータによってCGまたはPCGの256種類のフォントのなかから一つを選択します．また，漢字を表示する時は1バイトが漢字の左，又は右半分に対応し，漢字ROMアドレスの下位8ビットを指示します．

リスト4-1　テキストV-RAMへのデータ書き込み例

```
ADRCA2  EQU     18BCH
WTVRM:  LD      BC, 1A01H ┐
        IN      A, (C)    │BIOS ROMバンクがアクティブかどうか？
        AND     10H       ┘
        JR      NZ, WTVR1
        LD      A, 1DH ……………………BIOS ROMアクティブ
        JR      WTVR2
WTVR1:  LD      A, 1EH ……………………BIOS ROMノンアクティブ
```

```
WTVR2:  PUSH    AF
        LD      A, 1DH        ]BIOS ROMをアクティブにする
        OUT     (00H), A      ]
        LD      HL, WTVDT
        LD      E, (HL)
        INC     HL
        LD      D, (HL)
        EX      DE, HL
        CALL    ADRCA2 ……………………カーソル位置のVRAM上のアドレスを得る
        LD      B, H
        LD      C, L
        INC     DE
        LD      A, (DE)
        OUT     (C), A ……………………データを書き込む
        POP     AF            ]BIOS ROMの状態を元に戻す
        OUT     (00H), A      ]
        RET
        ;
WTVDT:  DB      20H, 10H, 00H
        ;       x座標 y座標 データ
        END
```

リスト4-2　テキストRAMからのデータ読み出し例

```
ADRCA2  EQU     18BCH
RTVRM:  LD      BC, 1A01H     ]
        IN      A, (C)        ]BIOS ROMがアクティブor ノンアクティブ
        AND     10H           ]
        JR      NZ, RTVR1
        LD      A, 1DH        ]
        JR      RTVR2         ]
RTVR1:  LD      A, 1EH ……………………ノンアクティブ
RTVR2:  PUSH    AF
        LD      A, 1DH        ]ROMをアクティブに
        OUT     (00H), A      ]
        LD      HL, RTVDT
        LD      E, (HL)
        INC     HL
        LD      D, (HL)
        EX      DE, HL
        CALL    ADRCA2 ……………………VRAMアドレスを得る
        LD      B, H
        LD      C, L
        IN      A, (C) ……………………データを読み込む
        INC     DE
        LD      (DE), A
        POP     AF            ]BIOS ROM選択の状態を元に戻す
        OUT     (00H), A      ]
        RET
        ;
RTVDT:  DB      20H, 10H
        DS      1
        ;
        END
```

4-1-2 漢字テキスト V-RAM

X1で漢字を表示するには，オプションの漢字ROMボードを利用してグラフィック画面にパターンとして表示させる必要がありますが，X1turboの場合，漢字ROMをCGやPCGと同列におき，漢字をテキストとして扱うことによって，漢字処理を大幅に簡略化しています．

漢字をテキスト画面に表示するためには，漢字コードに相当する漢字 ROM アドレスをテキスト V-RAM 中で指定してやらなければなりません．漢字は第1水準，第2水準あわせて6802文字ありますから，V-RAM は1文字当り，少なくとも13ビット必要となります．そこで，X1turbo では新しく漢字用テキスト V-RAM2K バイトを I／O アドレスの 3800H 番地から 3FFFH 番地に設け，これを従来のテキスト V-RAM と共に使用することで漢字の表示をおこなっています．

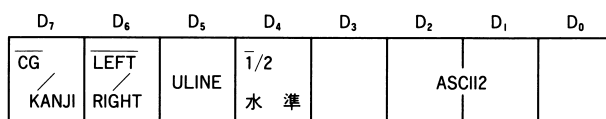



図4-3　漢字用テキストV-RAM(2Kバイト)：I/Oアドレス 3800H〜3FFFH

・D0〜D3…ASCII2(漢字 ROM アドレス 2)

　漢字 ROM アドレス上位ビットがはいります．(CG, PCG アクセスの場合は無視されます)

・D4…………1／2 水準(漢字　第1／第2水準切り換え信号)

　(a) 漢字 ROM 選択の場合：第1水準，第2水準のセレクト信号になります．
　　0：第1水準
　　1：第2水準
　(b) PCG 選択の場合：CG／KANJI 信号，ROM／RAM 信号とともに，PCG のアクセス方式を選択します．
　　0：PCG キャラクタ・モード
　　1：PCG 外字モード
　(c) CG 選択の場合：無視されます．

・D5…………ULINE(アンダーライン表示 ON／OFF 信号)

　0：アンダーラインを表示しない
　1：アンダーラインを表示する

・D6…………LEFT／RIGHT(漢字　左／右フォント選択信号)

　漢字フォントの左 8×16ドット，右 8×16ドットのどちらかをアクセスするのかセレクトする信号．
　0：LEFT(左半分)
　1：RIGHT(右半分)
　CG，PCG アクセスの場合は無視されます．

・D7…………CG／KANJI(CG／漢字 ROM 選択信号)

　CG と漢字 ROM のどちらをアクセスするのかのセレクト信号
　0：CG，PCG セレクト
　1：漢字 ROM，PCG セレクト

4-1-3　アトリビュート V-RAM

アトリビュート V-RAM は，I／O アドレスの 2000H 番地から 27FFH 番地にマッピングされ，表示色や点滅などの文字属性を一文字ごとに指定することができます．

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
H倍	V倍	$\overline{\text{ROM}}$ ／ RAM	BLINK	REV	G	R	B

• D_0～D_2……キャラクタカラー(8色)を指定します.

D_2	D_1	D_0	ビット／指定色
0	0	0	黒
0	0	1	青
0	1	0	赤
0	1	1	マゼンタ
1	0	0	緑
1	0	1	シアン
1	1	0	黄
1	1	1	白

図4-4 アトリビュートV-RAM(2Kバイト)：I/Oアドレス 2000H～27FFH

• D0～D2………COLOR(表示色)
表示色を指定する
• D3…………REV(反転表示信号)
D0～D2で指定したキャラクタを反転表示するための信号
0：指定色のまま表示
1：反転表示

• D4…………BLINK(点滅表示信号)
点滅表示を指定する信号
0：通常表示
1：点滅表示

• D5…………ROM／RAM(ROM／RAM 選択信号)
ROM(CG, 漢字ROM)とRAM(PCG)のどちらかを表示するかのセレクト信号
0：ROM(CG, 漢字ROM)表示
1：RAM(PCG)表示

• D6…………V倍(縦倍表示信号)
キャラクタを縦2倍表示するための信号
0：ノーマル表示
1：縦倍角表示

• D7…………H倍(横倍表示信号)
キャラクタを横2倍表示するための信号
0：ノーマル表示
1：横倍角表示

次に, テキスト画面に文字を表示させるプログラム例を示します.

リスト4-3 文字表示プログラム

```
ACCDID  EQU     179DH
COLORF  EQU     0F8D0H
CURSRX  EQU     0FADFH
CURSRY  EQU     0FAE0H
CRDSP:  LD      BC, 1A01H        ┐
        IN      A, (C)           │
        AND     10H              │
        JR      NZ, CRDP1        │ BIOS ROMの状態を調べ，その状態をセーブ
        LD      A, 1DH           │
        JR      CRDP2            │
CRDP1:  LD      A, 1EH           │
CRDP2:  PUSH    AF               ┘
        LD      A, 1DH           ┐ ROMアクティブ
        OUT     (00H), A         ┘
        LD      BC, CDPDT        ┐
        LD      A, (BC)          │
        LD      (CURSRX), A      │ カーソル位置の設定
        INC     BC               │
        LD      A, (BC)          │
        LD      (CURSRY), A      ┘
        INC     BC               ┐
        LD      A, (BC)          │ 色の設定
        LD      (COLORF), A      ┘
        INC     BC
        LD      A, (BC)          ┐ 1文字表示
        CALL    ACCDIS           ┘
        POP     AF               ┐ ROMを元に戻す
        OUT     (00H), A         ┘
        RET
        ;
CDPDT:  DB      20H, 10H, 04H, 34H
        ;       x座標 y座標 カラー 文字
        END                 コード コード
```

4-1-4 グラフィックV-RAM(X1, X1turbo)

X1のグラフィックV-RAMは，16Kバイトずつ BLUE(I/Oアドレス 4000H～7FFFH), RED(8000H～BFFFH), GREEN(C000H～FFFFH)の3つの部分に分けられます．画面に表示する時には3つの画面を合成して1つの画面をつくっています．グラフィック画面のX方向8ドットが各V-RAMの1バイトに，1ドットが1ビットに対応しているので，1ドットごとに3ビット＝8色の表示ができます．

X1turboシリーズは，これとまったく同じ構成のグラフィックV-RAMをバンクによってもう1組もっているので，640×200ドットのグラフィック画面を2画面使うことができます．また，この2組のグラフィックV-RAMを同時に使うことにより，640×400ドット8色の表示が可能です．

バンク切り換えは，画面管理用I/Oポートに値を設定することによりおこないます．画面管理用I/Oポートの内容は表4-1のようになっていますが，このうちバンク切り換えに関係あるのは，ビット3(DISP Bank 0/1)とビット4(CPU Bank 0/1)の2つです．

DB0：$\overline{\text{L}}$／H Res………………	0：低解像度モード（200ライン表示） 1：高解像度モード（400ライン表示）
DB1：$\overline{\text{1}}$／2 RA………………	0：グラフィック表示＝1RA/dot 1：グラフィック表示＝2RA/dot(2度打ち)
DB2：$\overline{\text{25}}$／12 行………………	0：テキスト表示＝25行モード(or 20行) 1：テキスト表示＝12行モード(or 10行)
DB3：DISP Bank $\overline{\text{0}}$/1 ………	0：グラフィックV-RAM Bank 0を画面表示 1：グラフィックV-RAM Bank 1を画面表示
DB4：CPU Bank $\overline{\text{0}}$/1 ………	0：グラフィックV-RAM Bank 0をCPUアクセス 1：グラフィックV-RAM Bank 1をCPUアクセス
DB5：$\overline{\text{SPCG}}$／FPCG……………	0：コンパチCGアクセスモード(X1とのコンパチモード) 1：高速CGアクセスモード
DB6：CGSEL $\overline{\text{8}}$／16RA………	0：8 ラスタ／キャラクタのCGファントをCPUアクセス 1：16ラスタ／キャラクタのCGファントをCPUアクセス
DB7：$\overline{\text{25(12)}}$／20(10)行……	0：テキスト表示＝25行or12行 1：テキスト表示＝20行or10行(アンダーライン表示モード)

表4-1　画面管理用I/Oポート (I/Oアドレス　1FD＊H)の内容

・ビット3……DISP Bank(画面表示バンク選択)

0：表示用グラフィックV-RAMとして，バンク0を選択する

1：表示用グラフィックV-RAMとして，バンク1を選択する

画面に表示するグラフィックV-RAMのバンクを選択する信号です．この値を切り換えることで，画面に表示されているグラフィック画面を瞬時に切り換えることができます．ただし，高解像度(400ライン)モードの場合には，表示用に両方のバンクを使用しているので，この信号は無効になります．

・ビット4……CPU Bank 0／1(CPUアクセスバンク選択)

0：バンク0を，CPUからのアクセス可能にする

1：バンク1を，CPUからのアクセス可能にする

CPUの読み込み／書き込みを，どちらのバンクに対しておこなうかを指定する信号です．CPUのアクセスするバンクは，表示されているバンクとは関係なく，この信号によって選ぶことができます．

バンクを切り換える場合には，この2つのビットを操作すれば良いのですが，画面管理用I/Oポートにある他のビットを変化させずにポートを書き換えるには，もとの値を知る必要があります．しかし，このポートは書き込み専用ポートなので，直接読み出すわけにはいきません．そこで，X1turboのBIOS ROMルーチン等では，メインメモリのアドレスF8D6H番地をバッファとして画面管理用I/Oポートに書き込んだ値を保存しています．したがって，このアドレスを参照することで，画面管理用I/Oポートの現在の値を知ることができます．この点にも注意したバンク切り換えのプログラム例を以下に表示します．

リスト4-4　グラフィックV-RAMバンク切り換えプログラム例

```
SCRNIO  EQU   1FD0H
WK1FD0  EQU   0F8D6H
CNGBK:  LD    BC,SCRNIO
        LD    A,(WK1FD0)  ] アクセスするバンク(ビット4)とディスプレイされて
        AND   0E7H        ] いるバンク(ビット3)をバンク0に
        LD    E,A
        XOR   A
```

```
          LD      HL, CGBDT
          LD      D, (HL)          ┐
          SRA     D                │
          JR      NC, CGBK1        │ CGBDTの内容により200ライン, 400ラインの選択
          LD      A, 01H           │
CGBK1:    OR      E                ┘
          LD      (WK1FD0), A ………………… 画面管理情報のセーブ
          OUT     (C), A
          RET
          ;
CGBDT:    DB      01H
          ;       ビット0が立っていれば400ライン, ビット0が
          END     立っていなければ200ライン
```

次に，CPUからグラフィックV-RAMにアクセスする方法について説明します．

X1シリーズには，CPUからグラフィックV-RAMをアクセスするのに，通常のシングルアクセスモードとturboシリーズに設定されている同時アクセスモードの2つのモードを用意しています．シングルアクセスモードは，一般的に使われている方法で，BLUE，RED，GREENの3つのV-RAMを別々にアクセスするモードです．一方，同時アクセスモードはハードウェア的にI/Oアドレス構成を変化させ，3つのV-RAMの内の2つまたは3つのV-RAMに対して同時にアクセスしようとする，書き込み専用のモードです．

それぞれのモードの，I/Oアドレスマップを図4-5に示します．

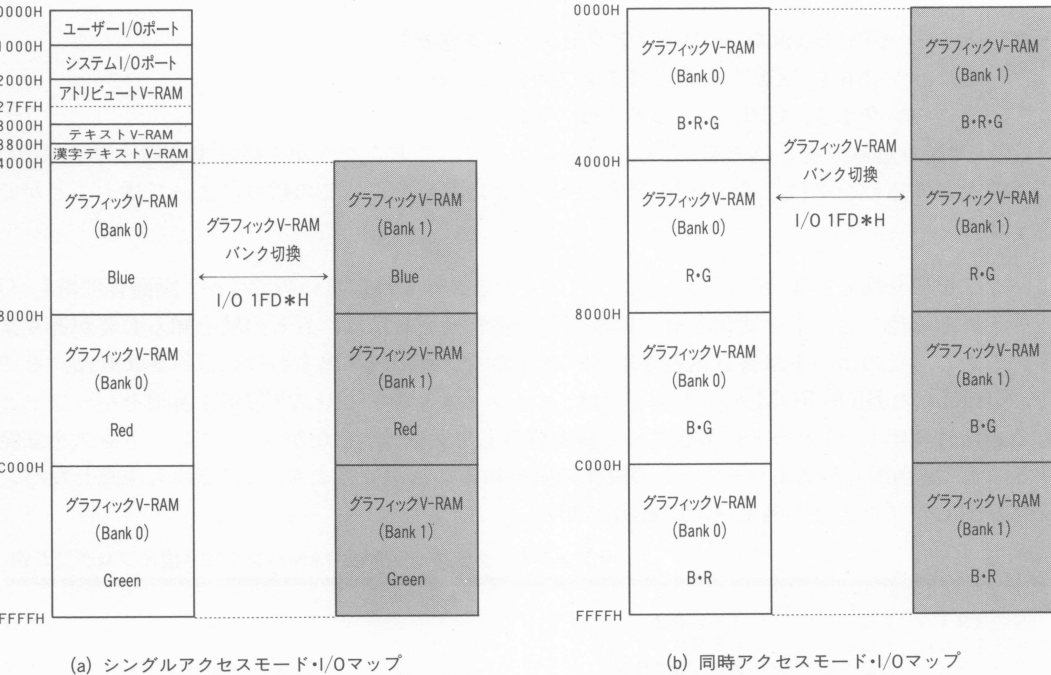



図4-5　シングルアクセスモード及び同時アクセスモードでのI/Oアドレスマップ

2つのアクセスモードを切り換えるには，8255②ポートC・ビット5を使います．

8255②ポートCの内容は，次の表のようになっています．このうち，ビット5のアクセスモード切り換え信号を1から0にすると(正確には，8255②から出ている信号の立ち下がりエッジで)，同時アクセスモードになります．同時アクセスモードからシングルアクセスモードへの復帰は，I/Oポート(どこでもよい)に対する読み込みによっておこなわれます．同時アクセスモードでは，もともと8255②などがあったI/OアドレスにもグラフィックV-RAMを割り当てるため，8255②等に値を設定してモードを切り換えることはできません．そこで，同時アクセスモードが書き込み専用であることを利用して，I/Oに対する読み込みが行われた場合には，シングルアクセスモードへの切り換えと判断するわけです．

ポート	ポート端子	コントロール内容	信号名
C (出力)	PC_7	立ち上がりでプリンターは入力データをサンプルします。	STROBE
	PC_6	80／40文字モード（H：40文字モード，L：80文字モード） 基本クロック切り換え	40／$\overline{80}$
	PC_5	I/Oアクセスモード切り換え（同時アクセスモード）	GWRMD
	PC_4	スムーズスクロール信号	スムーズスクロール
	PC_3		—
	PC_2		—
	PC_1		—
	PC_0	カセットテープへの書き込みデータ	WRITE DATA

表4-2 (8255②ポートCの内容)

・**ビット5……アクセスモード切り換え信号**

0：同時アクセスモードに切り換え

同時アクセスモードからシングルアクセスモードに切り換えるには，I/Oアドレス(どこでもよい)に対する読み込み命令を実行します．

グラフィックV-RAMは，すべてI/Oアドレスに展開されています．したがって，グラフィックV-RAMをアクセスする場合にはCPUのIN，OUT命令を使います．

同時アクセスモードの場合でも，アドレス構成が変わる点と，読み込み(IN命令)を実行するとシングルアクセスモードに戻ってしまう点が違うだけで，書き込み方はシングルアクセスモードと同じです．

(1) 25行モード

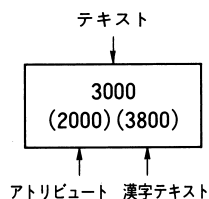
Y座標＼X座標	0	1		39
0	2000 (2000) (3800)	3001 (2001) (3801)	〜	3027 (2027) (3827)
1	3028 (2028) (3828)	3029 (2029) (3829)	〜	304F (204F) (384F)
	≀	≀		≀
24	33C0 (23C0) (38C0)	33C1 (23C1) (38C1)	〜	33E7 (23E7) (38E7)

40文字×25行モード(ページ0)

Y座標＼X座標	0	1		39
1	3400 (2400) (3C00)	3401 (2401) (3C01)	〜	3427 (2427) (3C27)
2	3428 (2428) (3C28)	3429 (2429) (3C29)	〜	344F (244F) (3C4F)
	≀	≀		≀
24	37C0 (27C0) (3FC0)	37C1 (27C1) (3FC1)	〜	37E7 (27E7) (3FE7)

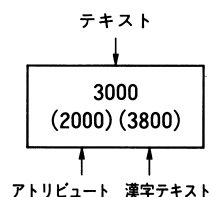
40文字×25行モード(ページ1)

Y座標＼X座標	0	1		79
0	3000 (2000) (3800)	3001 (2001) (3801)	〜	304F (204F) (384F)
1	3050 (2050) (3850)	3051 (2051) (3851)	〜	309F (209F) (389F)
	≀	≀		≀
24	3780 (2780) (3F80)	3781 (2781) (3F81)	〜	37CF (27CF) (3FCF)

80文字×25行モード

(2) 12行モード

Y座標＼X座標	0	1		39
0	3000 (2000) (3800)	3001 (2001) (3801)	〜	3027 (2027) (3827)
1	3028 (2028) (3828)	3029 (2029) (3829)	〜	304F (204F) (384F)
	≀	≀		≀
11	31B8 (21B8) (39B8)	31B9 (21B9) (39B9)	〜	31DF (21DF) (39DF)

40文字×12行モード(ページ0)

Y座標＼X座標	0	1		39
0	3200 (2200) (3A00)	3201 (2201) (3A01)	〜	3227 (2227) (3A27)
1	3228 (2228) (3A28)	3229 (2229) (3A29)	〜	324F (224F) (3A4F)
	≀	≀		≀
11	33B8 (23B8) (3BB8)	33B9 (23B9) (3BB9)	〜	33DF (23DF) (3BDF)

40文字×12行モード(ページ1)

Y座標＼X座標	0	1		79
0	3000 (2000) (3800)	3001 (2001) (3801)	〜	304F (204F) (384F)
1	3050 (2050) (3850)	3051 (2051) (3851)	〜	309F (209F) (389F)
	≀	≀		≀
11	3370 (2370) (3B70)	3371 (2371) (3B71)	〜	33BF (23BF) (3BBF)

80文字×12行モード

図4-6 テキスト系V-RAMアドレスと画面表示位置

(1) 200ドットモード

1文字表示分(8ドット)

1行8ラスタ

4000	4001	〜	4027
4800	4801	〜	4827
5000	5001	〜	5027
5800	5801	〜	5827
6000	6001	〜	6027
6800	6801	〜	6827
7000	7001	〜	7027
7800	7801	〜	7827
4028	4029	〜	404F
⋮	⋮	⋮	⋮
7828	7829	〜	784F
⋮	⋮	⋮	⋮
43C0	43C1	〜	43E7
⋮	⋮	⋮	⋮
7BC0	7BC1	〜	7BE7

320×200ドット（BLUEページ0）

4400	4401	〜	4427
4C00	4C01	〜	4C27
5400	5401	〜	5427
5C00	5C01	〜	5C27
6400	6401	〜	6427
6C00	6C01	〜	6C27
7400	7401	〜	7427
7C00	7C01	〜	7C27
4428	4429	〜	444F
⋮	⋮	⋮	⋮
7C28	7C29	〜	7C4F
⋮	⋮	⋮	⋮
47C0	47C1	〜	47E7
⋮	⋮	⋮	⋮
7FC0	7FC1	〜	7FE7

320×200ドット（BLUEページ1）

4000	4001	〜	404F
4800	4801	〜	484F
5000	5001	〜	504F
5800	5801	〜	584F
6000	6001	〜	604F
6800	6801	〜	684F
7000	7001	〜	704F
7800	7801	〜	784F
4050	4051	〜	409F
⋮	⋮	⋮	⋮
7850	7851	〜	789F
⋮	⋮	⋮	⋮
4780	4781	〜	47CF
⋮	⋮	⋮	⋮
7F80	7F81	〜	7FCF

640×200ドット（BLUE）

(2) 192ドットモード

1文字表示分(8ドット)

1行16ラスタ

4000	4001	〜	4027
4400	4401	〜	4427
4800	4801	〜	4827
4C00	4C01	〜	4C27
≀	≀	≀	≀
7800	7801	〜	7827
7C00	7C01	〜	7C27
4028	4029	〜	404F
≀	≀	≀	≀
7C28	7C29	〜	7C4F
≀	≀	≀	≀
41B8	41B9	〜	41DF
≀	≀	≀	≀
7DB8	7DB9	〜	7DDF

320×192ドット (BLUEページ0)

4200	4201	〜	4227
4600	4601	〜	4627
4A00	4A01	〜	4A27
4E00	4E01	〜	4E27
≀	≀	≀	≀
7A00	7A01	〜	7A27
7E00	7E01	〜	7E27
4228	4229	〜	424F
≀	≀	≀	≀
7E28	7E29	〜	7E4F
≀	≀	≀	≀
43B8	43B9	〜	43DF
≀	≀	≀	≀
7FB8	7FB9	〜	7FDF

320×192ドット (BLUEページ1)

4000	4001	〜	404F
4400	4401	〜	444F
4800	4801	〜	484F
4C00	4C01	〜	4C4F
≀	≀	≀	≀
7800	78C1	〜	784F
7C00	7C01	〜	7C4F
4050	4051	〜	409F
≀	≀	≀	≀
7C50	7C51	〜	7C9F
≀	≀	≀	≀
4370	4371	〜	43BF
≀	≀	≀	≀
7F70	7F71	〜	7FBF

640×192ドット (BLUE)

(3) 400ドットモード

1文字表示分(8ドット)

1行16ラスタ

4000	4001	〜	4027
4000′	4001′	〜	4027′
4800	4801	〜	4827
4800′	4801′	〜	4827′
7800	7801	〜	7827
7800′	7801′	〜	7827′
4028	4029	〜	404F
4028′	4029′	〜	404F′
7828′	7829′	〜	784F′
43C0	43C1	〜	43E7
7BC0′	7BC1′	〜	7BE7′

320×400ドット（BLUEページ0）

4400	4401	〜	4427
4400′	4401′	〜	4427′
4C00	4C01	〜	4C27
4C00′	4C01′	〜	4C27′
7C00	7C01	〜	7C27
7C00′	7C01′	〜	7C27′
4428	4429	〜	444F
4428′	4429′	〜	444F′
7C28′	7C29′	〜	7C4F′
47C0	47C1	〜	47E7
7FC0′	7FC1′	〜	7FE7′

320×400ドット（BLUEページ1）

4000	4001	〜	404F
4000′	4001′	〜	404F′
4800	4801	〜	484F
4800′	4801′	〜	484F′
7800	7801	〜	784F
7800′	7801′	〜	784F′
4050	4051	〜	409F
4050′	4051′	〜	409F′
7850′	7851′	〜	789F′
4780	4781	〜	47CF
7F80′	7F81′	〜	7FCF′

640×400ドット（BLUE）

4000　バンク0

4000′　バンク1

(4) 384ドットモード

1文字表示分(8ドット)

1行32ラスタ

4000	4001	〜	4027
4400'	4001'	〜	4027'
4401	4401	〜	4427
4401'	4401'	〜	4427'
⋮	⋮	⋮	⋮
7C00	7C01	〜	7C27
7C00'	7C01'	〜	7C27'
4028	4029	〜	404F
4028'	4029'	〜	404F'
⋮	⋮	⋮	⋮
7C28'	7C29'	〜	7C4F'
⋮	⋮	⋮	⋮
41B8	41B9	〜	41DF
⋮	⋮	⋮	⋮
7DB8'	7DB9'	〜	7DDF'

320×384ドット (BLUEページ0)

4200	4201	〜	4227
4200'	4201'	〜	4227'
4600	4601	〜	4627
4600'	4601'	〜	4627'
⋮	⋮	⋮	⋮
7E00	7E01	〜	7E27
7E00'	7E01'	〜	7E27'
4228	4229	〜	424F
4228'	4229'	〜	424F'
⋮	⋮	⋮	⋮
7E28'	7E29'	〜	7E4F'
⋮	⋮	⋮	⋮
43B8	43B9	〜	43DF
⋮	⋮	⋮	⋮
7EB8'	7FB9'	〜	7FDF'

320×384ドット (BLUEページ1)

4000	4001	〜	404F
4000'	4001'	〜	404F'
4400	4401	〜	444F
4400'	4401'	〜	444F'
⋮	⋮	⋮	⋮
7C00	7C01	〜	7C4F
7C00'	7C01'	〜	7C4F'
4050	4051	〜	409F
4050'	4051'	〜	409F'
⋮	⋮	⋮	⋮
7C50'	7C51'	〜	7C9F'
⋮	⋮	⋮	⋮
4370	4371	〜	43BF
⋮	⋮	⋮	⋮
7F70'	7F71'	〜	7FBF'

640×384ドット (BLUE)

4000 バンク0
4000' バンク1

図4-7 グラフィックV-RAMアドレスと画面表示位置

4-1-5 グラフィク V-RAM(X1turboZ)

X1turboZ の画面表示モードには,「コンパチモード」と「多色モード」があります. コンパチモードでは, グラフィックは X1turbo と全く同じになります. 多色モードでは, V-RAM と画面との対応が変わりますが, V-RAM へのアクセス方法などはコンパチモードと同じです.

(1)　多色表示の原理

8色表示の場合は, B(青), R(赤), G(緑)の三原色がそれぞれ「ある」か「ない」かの8通りの組合せで色を表示していました. これに対し多色モードでは, 三原色のそれぞれの色の明るさ(階調)を指定することによって多くの色を表示します.

図4-8は, 多色モードの時, B, R, Gが各々何階調で表現されているかを示したものです. 8色モードでは各色2階調(1ビット)ですが, 64色モードの時は各色4階調(2ビット)となります. 表現できる色の数は, 4階調の3乗=64色です. 同様に4096色モードでは, 各色16階調(4ビット)ですから, 表現できる色の数は16の3乗で4096色と計算されます.

8色を表現するためには, 1ドット当り3ビットの情報が必要でしたが, 64色の時は1ドット当り6ビット, 4096色の時は1ドット当り12ビットの情報が必要です. 多色モードを使用する際は, これらの情報が V-RAM 上にどの様に配置されているか把握している必要があります.

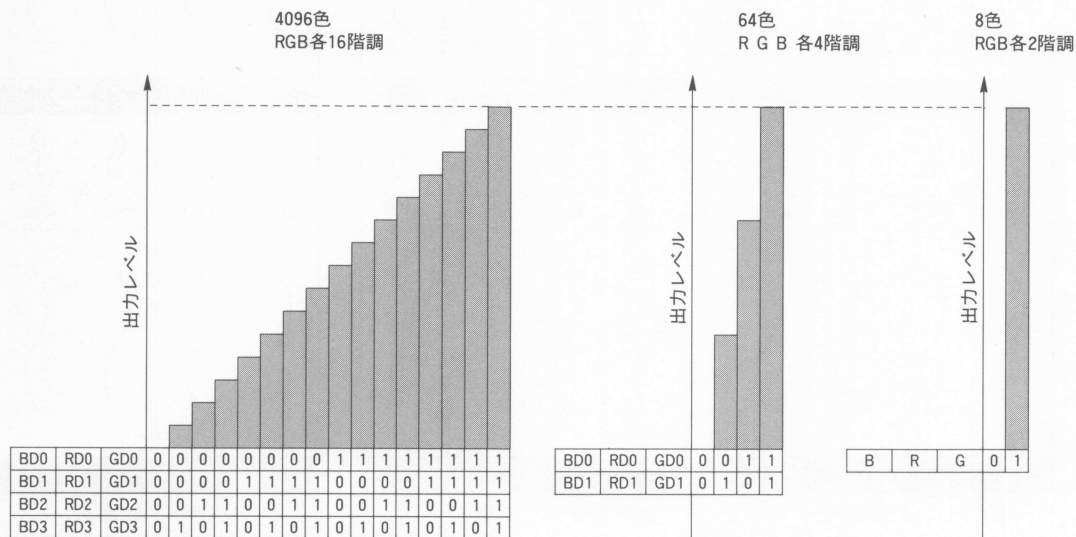



図4-8

(2)　グラフィック V-RAM のアドレス領域

多色モード時には, 画面上のドットと V-RAM のアドレスとの関係はコンパチモードと較べて大きく変化します. ここでは, 多色モード時のグラフィック V-RAM アドレスについて説明します. 以下, アドレスはグラフィック V-RAM の BLUE のデータについてのみ示しますので, RED および GREEN のアドレスについては, 図のアドレスに対して以下の計算をしてください.

BLUE　のアドレス=図のアドレス
RED　　のアドレス=図のアドレス+4000H
GREENのアドレス=図のアドレス+8000H

(a) 低解像度 40×25行：320×200ドット 4096色 1画面

4096色モードでのV-RAMアドレスを図4-9に示します．この図からわかるように，各ドットに対してB，R，G合わせて12個のアドレスが対応しています．この時，図4-10に示すようにバンク0のページ0がBD0に，バンク0のページ1がBD1に，バンク1のページ0がBD2に，バンク1のページ1がBD3にそれぞれ対応しています．画面上の表示位置とV-RAMアドレスの関係は次のようになります．

BD0のアドレス＝バンク0，ページ0での表示位置
BD1のアドレス＝バンク0で，BD0のアドレス＋400H
BD2のアドレス＝バンク1で，BD0のアドレス
BD3のアドレス＝バンク1で，BD0のアドレス＋400H

RED，GREENについても，前述の計算をすることでアドレスを求めることができます．
このモードでは，ビデオ画像等の映像入力が可能です．

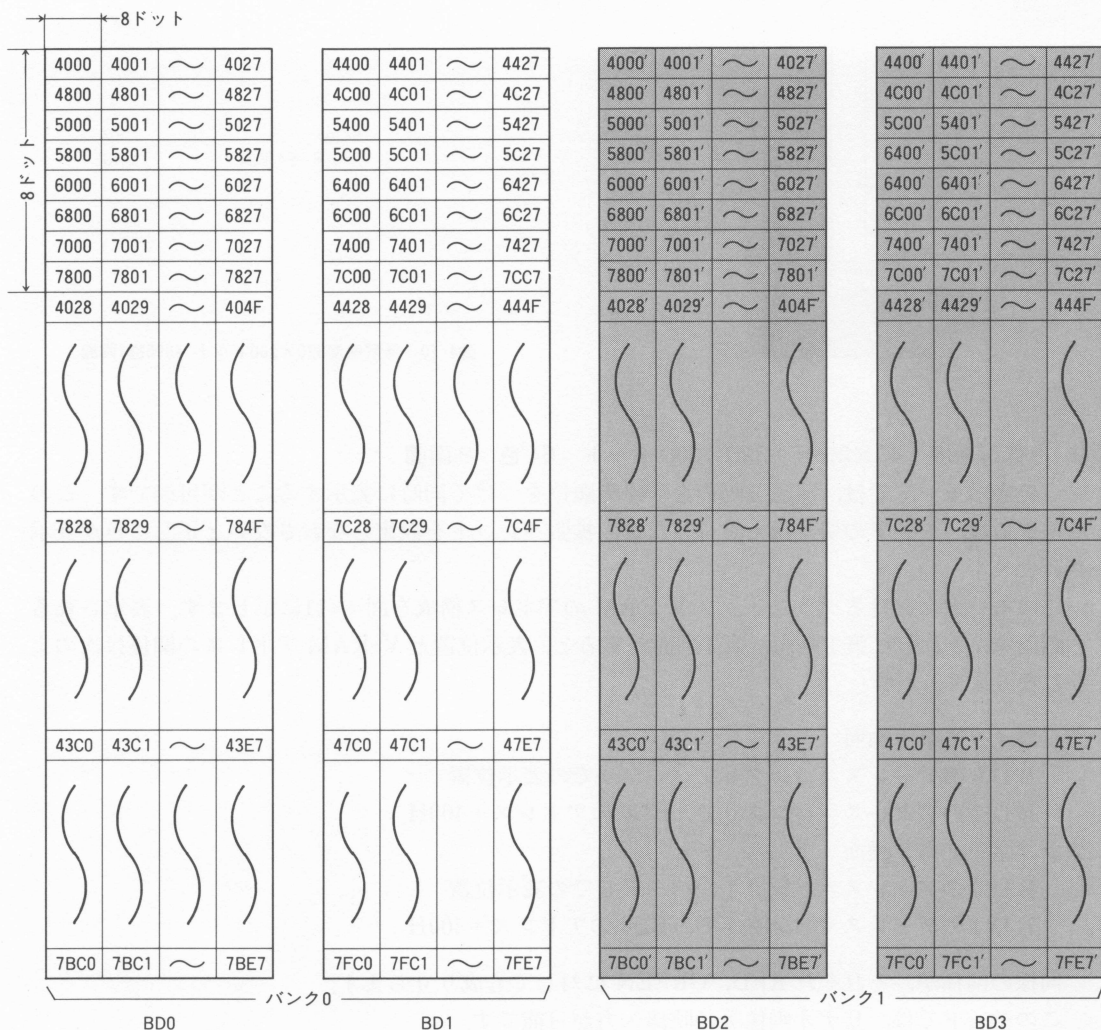



図4-9 低解像度320×200ドット 4096色1画面

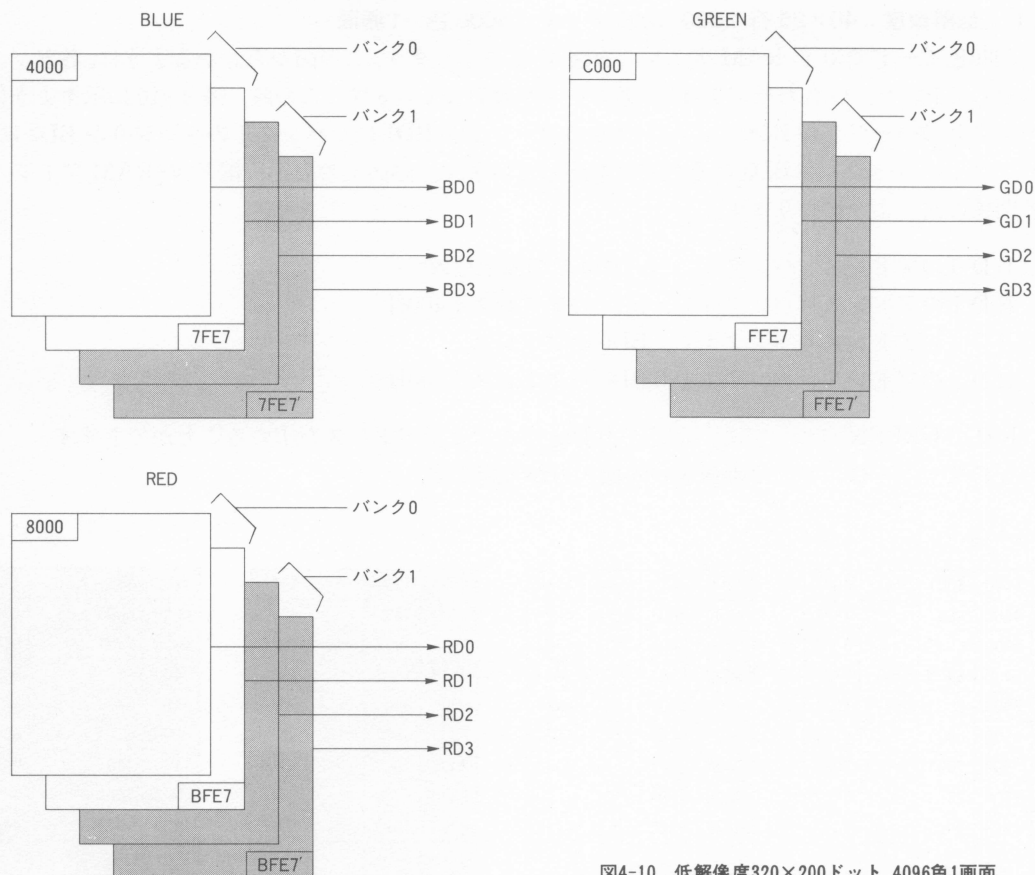



図4-10　低解像度320×200ドット 4096色1画面

(b)　低解像度　40×25行：320×200ドット　64色　2画面

この表示モードでは，64色2画面を，優先順位をつけて同時に表示することが可能です．このモードでは，モードの切り換えを行った後，拡張パレットを設定しなおさないと正しく色が表示されません．

このモードにおけるグラフィックV-RAMのアドレス構成を図4-11に示します．表示される2画面を，それぞれ第1画面，第2画面とすると，表示位置とV-RAMアドレスの関係は次のようになります．

グラフィック第1画面
　ＢＤ０のアドレス＝バンク０，ページ０での表示位置
　ＢＤ１のアドレス＝バンク０で，BD0のアドレス＋400H
グラフィック第2画面
　ＢＤ０のアドレス＝バンク１，ページ０での表示位置
　ＢＤ１のアドレス＝バンク１で，BD0のアドレス＋400H

同様の関係が，それぞれRED，GREENに対しても成り立ちます．

このモードでは，ビデオ画像等の映像入力が可能です．

(c) 低解像度 80×25 行：640×200 ドット 64色 1画面

この表示モードでは64色1画面を表示することが可能です．このモードにおけるグラフィック V-RAM のアドレス構造を図4-12に示します．画面表示位置と V-RAM アドレスとの関係は次の通りです．

BD0のアドレス＝バンク0での表示位置
BD1のアドレス＝バンク1で BD0 のアドレス

この関係は RED，GREEN についても同様に成り立ちます．
このモードでは，ビデオ画像等の映像入力が可能です．

(d) 高解像度 40×25 行：320×200 ドット 64色 2画面

このモードにおけるグラフィック V-RAM のアドレス構成を図4-11に示します．画面表示位置と V-RAM アドレスとの関係は次の通りです．

グラフィック第1画面
　BD0のアドレス＝バンク0，ページ0での表示位置
　BD1のアドレス＝バンク0で，BD0 のアドレス＋400H
グラフィック第2画面
　BD0のアドレス＝バンク1，ページ0での表示位置
　BD1のアドレス＝バンク1で，BD0 のアドレス＋400H

同様の関係が，第1画面，第2画面の両方において，それぞれ RED，GREEN に対しても成り立ちます．
また，このモードにおいて，2画面同時表示を指定しても無効となります．

(e) 高解像度 80×25 行：640×200 ドット 64色 1画面

この表示モードは，64色1画面を表示するモードです．このモードにおけるグラフィック V-RAM のアドレスの構成を図4-12に示します．画面表示位置と V-RAM アドレスとの関係は次の通りです．

BD0のアドレス＝バンク0での表示位置
BD1のアドレス＝バンク1で，BD0 のアドレス

この関係は，RED，GREEN についても同様に成り立ちます．
また，このモードではビデオ画像等の映像入力およびスーパーインポーズはできません．

(f) 高解像度 40×15 行：320×400 ドット 64色 1画面

この表示モードは，64色1画面を表示するモードです．このモードにおけるグラフィック V-RAM とアドレスの関係を図4-13に示します．画面表示位置と V-RAM との関係は次の通りです．

BD0のアドレス＝ページ0での表示位置
BD1のアドレス＝BD0 のアドレス＋400H

この関係は，RED，GREEN についても同様に成り立ちます．
このモードでは1ラスタごとに V-RAM のバンクを切り換えて表示しています．また，このモードではビデオ画像等の映像入力およびスーパーインポーズはできません．

8ドット

4000	4001	………	4027
4800	4801	………	4827
∫	∫		∫
7800	7801	………	7827
4028	4029	………	404F
4828	4829	………	484F
∫	∫		∫
7828	7829	………	784F
≈	≈	≈	≈
43C0	43C1		43E7
∫	∫		∫
7BC0	7BC1	………	7BE7

8ドット　200ドット(8ドット×25)　320ドット(8ドット×40)

4400	4401	………	4027
4C00	4C01	………	4827
∫	∫		∫
7C00	7C01	………	7C27
4428	4429	………	444F
4828	4829	………	484F
∫	∫		∫
7C28	7C29	………	7C4F
≈	≈	≈	≈
47C0	47C1		47E7
∫	∫		∫
7FC0	7FC1	………	7FE7

バンク0　BD0（第1画面）　BD1（第1画面）
バンク1　BD0（第2画面）　BD1（第2画面）

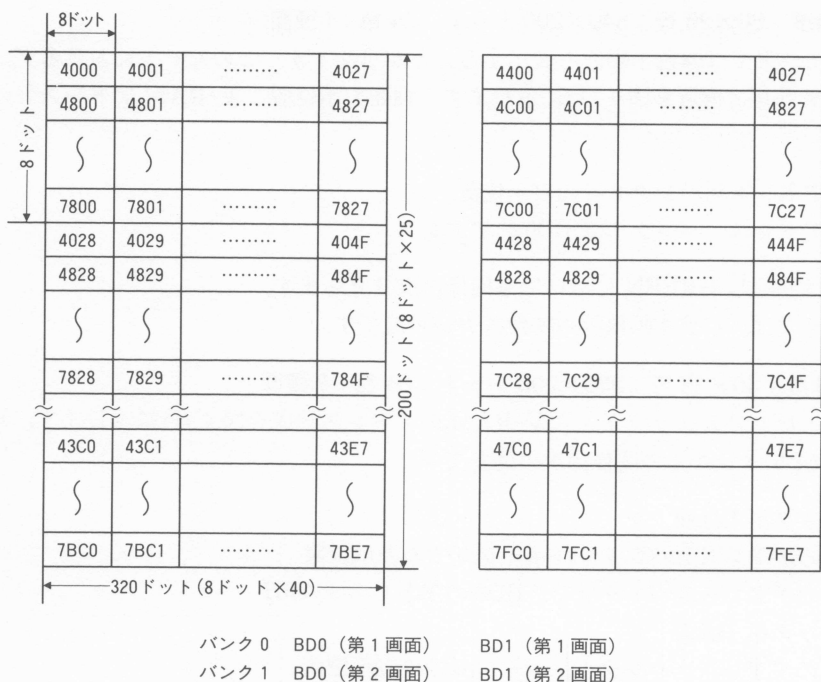



図4-11　低/高解像度 320×200ドット 64色 2画面

8ドット

4000	4001	……	404F
4800	4801	……	484F
∫	∫		∫
7800	7801	……	784F
4050	4051	……	409F
4850	4851	……	489F
∫			
7850	7851	……	789F
≈	≈	≈	≈
4780	4781	……	47CF
∫	∫		∫
7F80	7F81	……	7FCF

8ドット　200ドット(8ドット×25)　640ドット(8ドット×80)

バンク0：BD0
バンク1：BD1

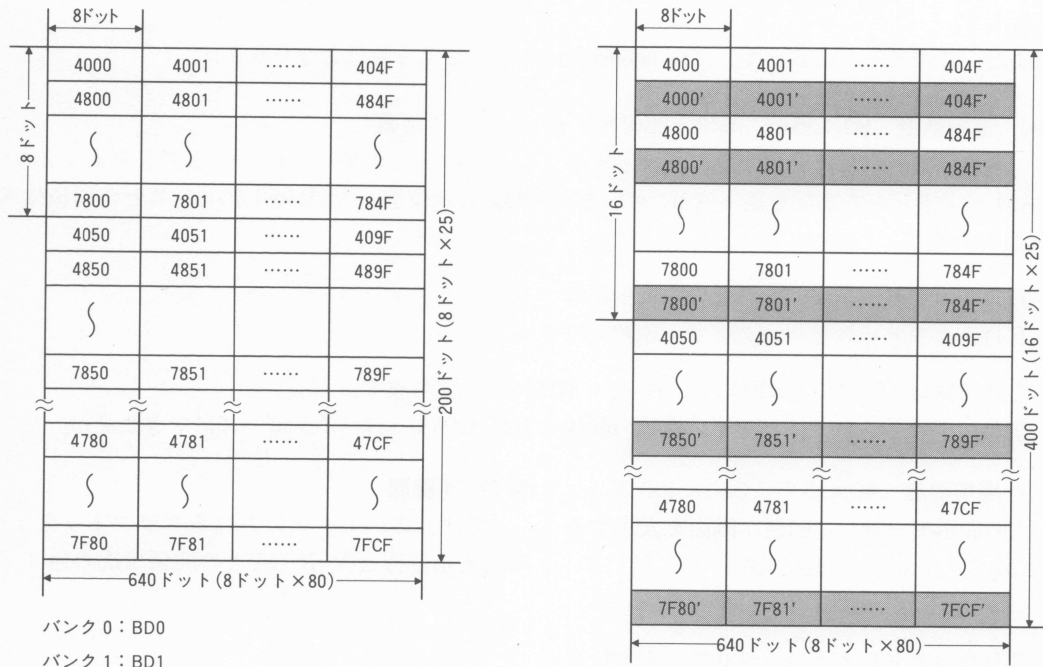



図4-12　低/高解像度 640×200ドット 64色 1画面

8ドット

4000	4001	……	404F
4000′	4001′	……	404F′
4800	4801	……	484F
4800′	4801′	……	484F′
∫	∫		∫
7800	7801	……	784F
7800′	7801′	……	784F′
4050	4051	……	409F
∫	∫		∫
7850′	7851′	……	789F′
≈	≈	≈	≈
4780	4781	……	47CF
∫	∫		∫
7F80′	7F81′	……	7FCF′

16ドット　400ドット(16ドット×25)　640ドット(8ドット×80)

4000　バンク0
4000′　バンク1

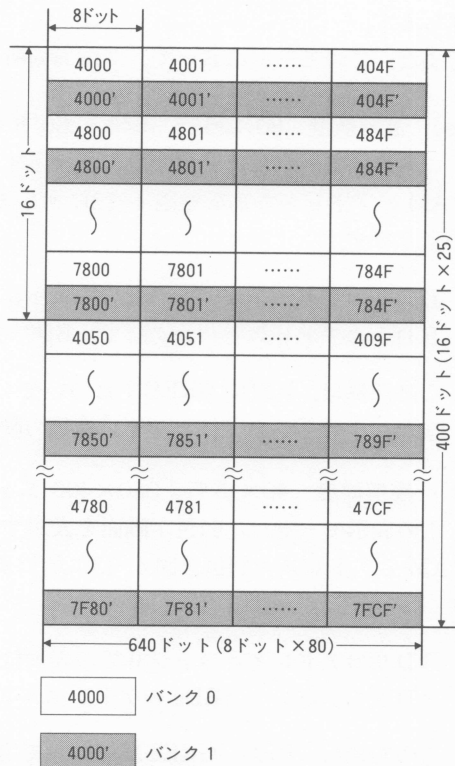



図4-14　高解像度 640×400ドット 8色 1画面

(g)　高解像度　80×25行：640×400　8色　1画面

このモードにおけるグラフィックV-RAMのアドレス構成を図4-14に示します．

このモードでは1ラスタごとにV-RAMのバンクを切り換えて表示しています．このモードはX1turboの640×400の画面と同一のアドレス構成になっていますが，拡張パレットの設定を行うことができるようになっています．

8ドット　16ドット　400ドット(16ドット×25)

4000	4001	……	4027
4000′	4001′	……	4027′
4800	4801	……	4827
4800′	4801′	……	4827′
∫	∫		∫
7800	7801	……	7827
7800′	7801′	……	7827′
4028	4029	……	404F
∫	∫		∫
7828′	7829′	……	784F′
≈	≈	≈	≈
43C0	43C1	……	43E7
∫	∫		∫
7BC0′	7BC1′	……	7BE7′

640ドット(8ドット×40)

4400	4401	……	4427
4400′	4401′	……	4427′
4C00	4C01	……	4C27
4C00′	4C01′	……	4C27′
∫	∫		∫
7C00	7C01	……	7C27
7C00′	7C01′	……	7C27′
4428	4429	……	444F
∫	∫		∫
7C28′	7C29′	……	7C4F′
≈	≈	≈	≈
47C0	47C1′	……	47E7
∫	∫		∫
7FC0′	7FC1′	……	7FE7′

4000　バンク0
4000′　バンク1

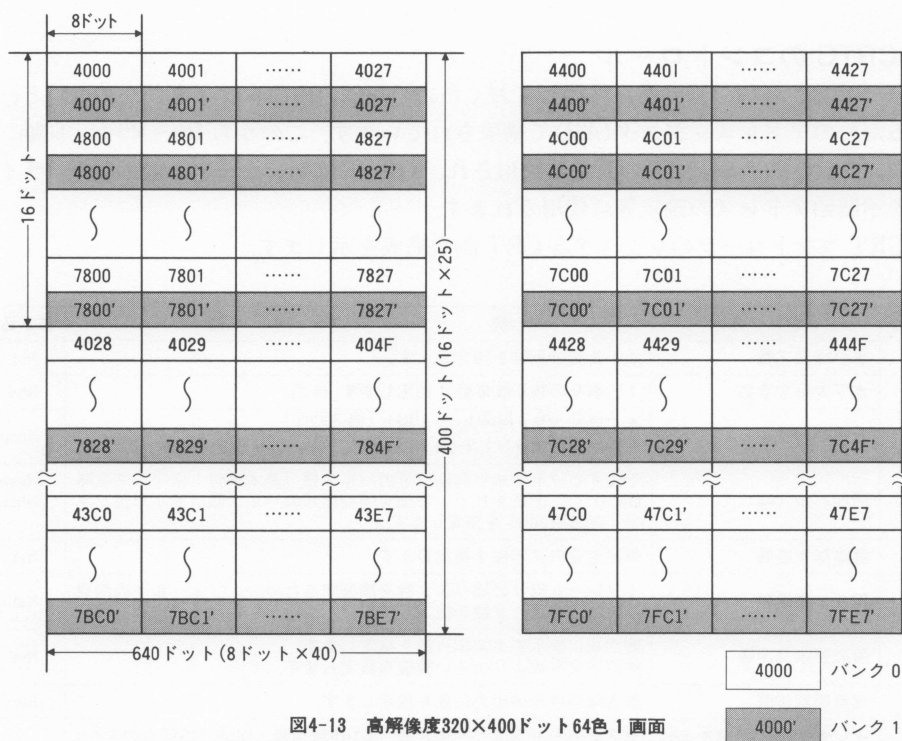



図4-13　高解像度320×400ドット64色１画面

4-2　画面の構成

4-2-1　CRTコントローラ概要

X1シリーズでは，画面表示制御にCRTコントローラ(CRTC)HD46505-SPを使用しています．

CRTCは，ディスプレイ用の同期信号の生成やV-RAMのリフレッシュアドレスの生成，表示タイミングの制御，カーソル制御，ライトペン制御などの機能を持っています．X1シリーズでは，これらの機能のうち，

(1) 水平・垂直同期信号の生成，表示タイミングの制御
(2) 表示画面の大きさ
(3) 画面およびV-RAMのリフレッシュ

など画面制御に関する機能を使用しています．制御内容のおもな仕様は以下のとおりです．

項　　目	低解像度モード	高解像度モード
走　査　方　式	ノンインターレース・モード	
水平同期周波数	15.98KHz	24.86KHz
水平同期信号幅	4.47μsec	2.98μsec
垂直同期周波数	61.9Hz	55.5Hz
垂直同期信号幅	188μsec	321.8μsec

表4-3　画面の仕様

4-2-2　CRTCのコントロール

HD46505-SPは，各種の制御値を保持しておくための18個の内部レジスタ(R0～R17)と，それを選択するためのアドレスレジスタ(AR)で構成されています．このうちR0～R9は，同期，表示画面の構成，表示のタイミング等の設定に使用され，R10～R17は，カーソル表示制御，ライトペン制御，表示開始アドレスの設定等に使用されます．

以下にCRTコントローラのレジスタとCRT画面構成を示します．

レジスタ番号	レジスタ名称	機　　　能	書き込み値
R0	水平総文字数	水平走査の周期を指定します．	Nht　*
R1	水平表示文字数	1行当りの表示文字数を指定します．	Nhd
R2	水平同期位置	水平同期信号の出力位置を指定します． 水平同期位置をH文字目にするとき，(H－1)を設定します．	Nhsp *
R3	同期パルス幅	下位4ビットで水平同期信号のパルス幅（基本単位：水平1文字時間CH）を，上位4ビットで垂直同期信号のパルス幅（基本単位：水平1走査時間H）を指定します．	Nvsw Nhsw
R4	垂直総文字数	垂直走査の文字数を指定します．	Nvt　*
R5	総ラスタ調整	1フレーム当りの総ラスタ数を調整するため，1フィールドの最後に付加するラスタ数を指定します．	Nadj
R6	垂直表示文字数	画面上に表示する文字行数を指定します． 垂直総文字数より小さい数値を設定します．	Nvd
R7	垂直同期位置	垂直同期信号の出力位置を指定します．	Nvsp *
R8	インターレース&スキュー（遅れ）	ラスタスキャンモード指定と，CUDISP信号，DISPTMG信号のスキューを指定します．	

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	C_1	C_0	D_1	D_0	*	*	V	S

*印無効ビット

インターレースモード

V	S	ラスタスキャンモード
0	0	ノンインターレースモード
1	0	ノンインターレースモード
0	1	インターレースシンクモード
1	1	インターレースシンク&ビデオモード

DISPTMGスキュービット

D_1	D_0	DISPTMG信号
0	0	スキューなし
0	1	1文字スキュー
1	0	2文字スキュー
1	1	出力されない

C_1	C_0	CUDISP信号
0	0	スキューなし
0	1	1文字スキュー
1	0	2文字スキュー
1	1	出力されない

R9	最大ラスタアドレス	行間のスペースを含めた1行のラスタ数を指定します．	Nr
R10 R11	カーソルスタートラスタ カーソルエンドラスタ	この2つのレジスタにより，カーソルの形状および表示モードを指定します．X1では，このカーソル制御機能を使用していません．	
R12 R13	スタートアドレス	リフレッシュメモリの読み出し先頭アドレスを指定します．	
R14 R15	カーソルアドレス	カーソルの表示アドレスを指定します． X1では使用していません．	
R16 R17	ライトペン	ライトペンの検出アドレスを記憶するレジスタです． X1では使用していません．	

*のついたレジスタは〔書きこみ値〕=〔指定値〕－1

表4-4 CRTコントローラの内部レジスタ

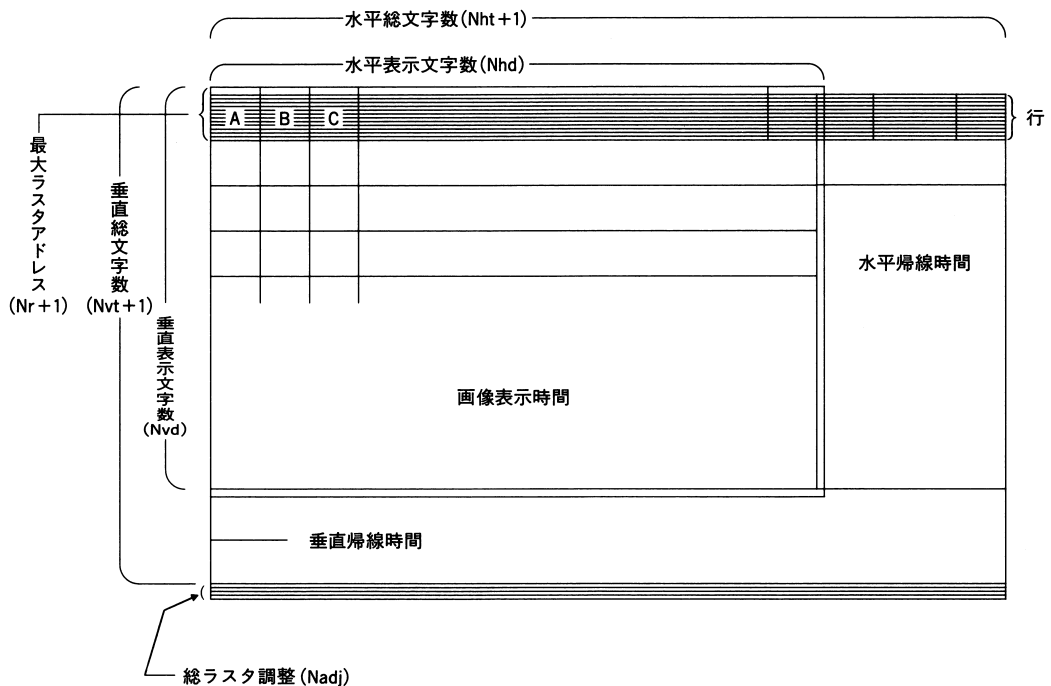



図4-15 CRTCの内部レジスタとCRT画面構成の関係

CTRCの内部レジスタに値を設定するには，まずアドレスレジスタ(AR)に設定しようとする内部レジスタの番号を書き込み，それからレジスタデータを書き込みます．アドレスレジスタはシステムI／Oポートの1800H番地に，レジスタデータは同じく1801H番地にそれぞれ割り振られています．次にCRTCのアクセス例を示します．

リスト4-5　CRTCアクセス例

```
CRTCAD  EQU    1800H ・・・・・・・・・・CRTCレジスタ指定ポートI/Oアドレス
CRCAC:  LD     BC, CRTCAD  ┐
        LD     HL, CRCDT   │ CRTCに書き込むReg-No.を知らせる
        LD     A, (HL)     │
        OUT    (C), A      ┘
        INC    HL          ┐
        INC    BC          │ Reg.に書き込むデータを送る
        LD     A, (HL)     │
        OUT    (C), A      ┘
        RET
        ;
CRCDT:  DB     0FH, 00H
        ;       │    └ 書き込むデータ
        END     └ CRTCレジスタ番号
```

また，CRTCはRESETしても，内部レジスタの値はクリアされないので，電源投入時には必ずイニシャライズしなければなりません．次にCRTCのイニシャライズ例を示します．

リスト4-6　CRTCイニシャライズ例

```
CRTCAD  EQU    1800H
CRCIN:  LD     BC, CRTCAD
        LD     HL, CRIDT
        XOR    A
CRCI1:  OUT    (C), A ・・・・・・・・・・CRTC-Reg-No.指定
        INC    BC
        LD     D, (HL)
        OUT    (C), D ・・・・・・・・・・データを書き込む
        INC    A
        INC    HL
        DEC    BC
        CP     10H
        JR     NZ, CRCI1
        RET
        ;
CRIDT:  DB     37H, 28H, 2DH, 34H, 1FH, 02H, 19H, 1CH
        DB     00H, 07H, 60H, 07H, 00H, 00H, 00H, 00H
        ;
        END
```


4-2-3　表示画面モードの切り換え

X1は次の表に示すような画面構成になっています．

テキスト画面	グラフィック画面	面数
40×25	320×200	2
80×25	640×200	1

表4-5　X1の画面構成

テキスト画面を40文字×25行に設定すると，グラフィック画面は自動的に320×200ドットとなり，テキスト画面を80文字×25行に設定するとグラフィック画面は640×200ドットとなります．

色の指定はどちらのモードでも，テキスト画面は文字単位に，またグラフィック画面はドット単位に8色の指定ができます．

X1turboシリーズは次の表に示すような画面構成になっています

(a) 低解像度の表示画面モード（200ラインモニター用）

テキスト画面	コンパチモード画面(X1turbo)	色数	面数	多色モード画面(X1turboZ)	色数	面数
40×25	320×200	8	4	320×200	4096	1
40×25	320×200	8	4	320×200	64	2
40×12	320×192	8	4	※注		
40×20	------			------		
40×10	------			------		
80×25	640×200	8	2	640×200	64	1
80×12	640×192	8	2	※注		
80×20	------			------		
80×10	------			------		

(b) 高解像度の表示画面モード（400ラインモニター用）

テキスト画面	コンパチモード画面(X1turbo)	色数	面数	多色モード画面(X1turboZ)	色数	面数
40×25	320×200	8	4	320×200	64	2
40×12	320×192	8	4	※注		
40×20	------			------		
80×25	640×200	8	2	640×200	64	1
80×12	640×192	8	1	※注		
80×20	------			------		
40×25	320×400	8	2	320×400	64	1
40×12	320×384	8	2	※注		
80×25	640×400	8	1	640×400		1
80×12	640×384	8	1	※注		

※注　グラフィックは，縦方向に2ドットずつ表示されます．特に必要でない限り使用しないで下さい．

表4-6：X1turboシリーズの画面構成

X1turboとX1turboZでは，テキスト画面構成は全く同じです．またX1turboZのコンパチモードでは，グラフィック画面構成はX1turboと共通になっています．

「多色モード」はX1turboZ独自のモードですが，データの出力が異なっているだけで，画面構成はコンパチモードと全く同じになっています．この時，バンクおよびページに分けられたB，R，Gの各データを同時に出力することにより多色表現を可能としています．また，低解像度の320×200ドットにおいて，モード指定ポート(1FB0H)のD3(2P)が1のとき，64色2画面としてテキスト画面とこの2つのグラフィック画面との間で優先順位をきめて同時に表示することが可能です．詳しくはプライオリティの項を参照してください．

(1)　40(80)×25行：320(640)×200ドット　表示モード

高解像度・低解像度モード，両方にあるモードです．

この表示モードでは，従来のX1の表示モードとV-RAMのアドレス構成が同じになります．したがって，従来のX1のソフトウェアは，このモードで実行することができます．ただし，フルコンパチになるのは低解像度モードのときだけで，高解像度モードの場合には，特別な操作が必要になることがあります．低解像度モードのときは，漢字を表示することができませんが，高解像度モードでは正常に表示されます．アンダーラインの表示はできません．

(2)　40(80)×12行：320(640)×192ドット　表示モード

高解像度・低解像度モードの両方にあるモードです．

この表示モードは，おもに低解像度モードで漢字を表示するために設けられたモードです．アンダーラインの表示はできません．

(3)　40(80)×20行　表示モード

高解像度・低解像度モードの両方にあるモードです．

この表示モードは，アンダーラインを表示させるために設けられたモードで，テキスト1行あたりのラスタ数を表4-7のように増やしています．この増えた部分が，アンダーライン表示用のスペースになります．

	40(80)×25行	40(80)×20行	40(80)×12行	40(80)×10行
低解像度モード	8ラスタ／行	10ラスタ／行	16ラスタ／行	20ラスタ／行
高解像度モード	16ラスタ／行	20ラスタ／行	32ラスタ／行	——

表4-7　テキスト1行あたりのラスタ数

このモードでは縦2倍文字が正常に表示されません．漢字の表示は，高解像度モードのときのみ可能です．グラフィック画面は表示されませんが，グラフィックV-RAMへのアクセスは可能です．

(4)　40(80)×10行　表示モード

低解像度モードのみにあるモードです．

この表示モードは，低解像度モードにおいて漢字と同時にアンダーラインを表示させるために設けられたモードで，テキスト1行あたりのラスタ数を増やしています．この増えた部分が，アンダーライン表示用のスペースになります．

このモードでは縦2倍文字が正常に表示されません．グラフィック画面は表示されませんが，CPUがグラフィックV-RAMにアクセスすることは可能です．

(5)　40(80)×25行：320(640)×400ドット　表示モード

高解像度モードのみにあるモードです．

テキスト表示は，(1)の表示モードとまったく同じです．グラフィック表示は，バンク0とバンク1を1ラスタごとに交互に表示させることにより解像度を2倍にしています．アンダーラインは表示できません．

(6)　40(80)×12行：320(640)×384ドット　表示モード

高解像度のみにあるモードです．

テキスト表示は，（2）の表示モードとまったく同じです．グラフィック表示は，バンク0とバンク1を交互に表示させることにより解像度を2倍にしています．アンダーラインは表示できません．

表示画面モードの設定は，CRTC内部レジスタ，40字モード／80字モード切り換えスイッチ(8255②ポートC・ビット6)，画面管理用I／Oポートに値を設定することでおこないます．

(A) CRTC内部レジスタ

表示画面モードを切り換える場合には，まずCRTCの内部レジスタを再設定します．本来，CRTCのR12～R15及びR16～R17は読み出すことができるようになっているのですが，X1turboではハードウェアの都合上，読み出しはできないようになっています．従って，CRTCに書き込んだ値が必要となるときは，メモリ上に値を保存しておく必要があります．以下に，CRTCの設定例を示します．

リスト4-7 CRTC設定例

```
CRTCAD  EQU     1800H
CRCST:  LD      BC, CRTCAD
        LD      HL, CRSDT
        XOR     A
CRCS1:  OUT     (C), A ··················CRTC Reg-No.指定
        INC     BC
        LD      D, (HL)
        OUT     (C), D ··················データを書き込む
        INC     A
        INC     HL
        DEC     BC
        CP      010H
        JR      NZ, CRCS1
        RET
        ;
CRSDT:  DB      [37H], 28H, 2DH, 34H, [0FH], 02H, [0CH], [0EH]
        DB      00H, [0FH], 60H, 07H, 00H, 00H, 00H, 00H
        ;
        END
```


(B) 40字モード／80字モード切り換え信号(8255②ポートC・ビット6)

X1turboでは，40字モードと80字モードで表示画面のドットクロックの周波数が違っています．そこで，40字モードと80字モードを切り替えるときは，40字モード／80字モード切り換え信号でこのドットクロックの周波数を切り換えます．この切り換えは，8255②ポートCに割り当てられています．表4-8がその内容ですが，このうちビット6がこのスイッチで，0にすると80字モード，1にすると40字モードになります．

・40字モード／80字モード切り換え信号

8255②ポートC・ビット6
0：80字(640ドット)モード
1：40字(320ドット)モード

ただし，8255②ポートCには他の信号もきているので，ポートCに直接値を書き込むと，他のビットも変化してしまい不都合な場合があります．そこで，X1turboの内部ルーチン等では，8255②の持つ，ビット・セット・リセット機能を用いて必要なビットだけを操作するようにしていま

す．これは，コントロールワードをコントロールレジスタ(I／Oアドレス 1A03H)に書き込むことで，行います．

ポート	ポート端子	アクティブ	コントロール内容	信号名
C (出力)	PC7	↑	立ち上がりでプリンターは入力データをサンプルします．	STROBE
	PC6	—	80／40文字モード (H：40文字モード，L：80文字モード) 基本クロック切り換え	40／$\overline{80}$
	PC5	↓	I/Oアクセスモード切り換え(同時アクセスモード)	GWRMD
	PC4	L	スムーズスクロール信号	スムーズスクロール
	PC3	—		—
	PC2	—		—
	PC1	—		—
	PC0	—	カセットテープへの書き込みデータ	WRITE DATA

表4-8 8255②ポートCの内容

リスト4-8 40字モードから80字モードへの切り換え例

```
CRTCAD  EQU   1800H
SIOADD  EQU   1A03H
S80MD:  LD    A, 03H
        LD    HL, S8DT1      ┐
        LD    BC, CRTCAD     │
        OUT   (C), A         │
        INC   BC             │
        IN    A, (C)         │ 現在200ラインか400ラインかを調べる
        CP    40H            │
        JR    C, S80M1       │
        LD    HL, S8DT2      ┘
S80M1:  LD    D, 03H         ┐ Dにデータ数, EにReg-No
        LD    E, 00H         ┘
S80M2:  DEC   BC
        OUT   (C), E ……………………CRTC-Reg-No指定
        LD    A, (HL)
        INC   BC
        OUT   (C), A ……………………データの送信
        INC   HL
        INC   E
        DEC   D
        JR    NZ, S80M2
        LD    BC, SIOADD     ┐ ビデオ制御回路の基本クロックを80文字モードに
        LD    A, 0CH         ┘
        OUT   (C), A ……………………ポートC, ビット6をリセットする
        RET
        ;
S8DT1:  DB    6FH, 50H, 59H, 38H ……………………200ライン用データ
S8DT2:  DB    6BH, 50H, 59H, 88H ……………………400ライン用データ
        ;
        END
```

※40文字↔80文字の切り換えはCRTCの最初の4つのRegの書き換えと，ビデオ制御回路の基本クロックの変更(8255②ポートCビット6)行えばよい

リスト4-9　80字モードから40字モードへの切り換え例

```
CRTCAD  EQU    1800H
SIOADD  EQU    1A03H
S40MD:  LD     A, 03H           ┐
        LD     HL, S4DT1        │
        LD     BC, CRTCAD       │
        OUT    (C), A           │現在の表示モードが200ラインか400ラインか調べる
        CP     40H              │
        JR     C, S40M1         │
        LD     HL, S4DT2        ┘
S40M1:  LD     D, 03H           ┐
        LD     E, 00H           ┘Dにデータ数
S40M2:  DEC    BC
        OUT    (C), E  ………………………Reg-No指定
        LD     A, (HL)
        INC    BC
        OUT    (C), A  ………………………データ送信
        INC    HL
        INC    E
        DEC    D
        JR     NZ, S40M2
        LD     BC, SIOADD       ┐
        LD     A, 0DH           ┘ビデオ回路の基本クロックを40文字モードに
        OUT    (C), A
        RET
        ;
S4DT1:  DB     37H, 28H, 2DH, 34H
D4DT2:  DB     35H, 28H, 2DH, 84H
        ;
        END
```

(C)　画面管理用I／Oポート

X1シリーズには，数多くの表示画面モードを管理するための，画面管理用I／Oポート(I／Oアドレス　1FD＊H)があります．表4-1がその内容ですが，このうち表示画面切り換えに関係があるのは，ビット0(低解像度／高解像度の切り換え)，ビット1(400ドット／200ドットの切り換え)，ビット2(25(20)行／12(10)行の切り換え)，ビット7(アンダーライン表示モードの切り換え)の4ビットです．以下それぞれについて説明します．

・ビット0……L／H Res.(低解像度／高解像度モード切り換え信号)

0：低解像度モード

1：高解像度モード

低解像度(200ライン)モードと高解像度(400ライン)モードの切り換え信号です．

・ビット1……1／2 RA(400ドット／200ドット切り換え信号)

0：400(384)ドットモード

1：200(192)ドットモード

高解像度(400ライン)モードの時のみ有効な信号で，400(384)ドットと200(192)ドットを切り換える時に使用します．200(192)ドットの時は，グラフィックデータを2ラスタずつ繰り返して表示させます．ただし，キャラクタ画面には影響ありません．低解像度(200ライン)モードのときは無視されます．

・ビット 2……25／12 行(25(20)行／12(10)行モード切り換え信号)

0 ：25(20)行モード

1 ：12(10)行モード

テキスト画面に対する信号です.

・ビット 7……25(12)／20(10)行(アンダーライン表示モード切り換え信号)

0 ：アンダーライン非表示モード(25(12)行モード)

1 ：アンダーライン表示モード(20(10)行モード)

CRTC をアンダーライン表示モード(20(10)行モード)に設定した時に 1 にします. この時グラフィック画面は表示されません.

画面管理用の I／O ポートは書き込み専用ポートで, 読み出すことはできませんが, BIOS ROM 内のルーチンはメイン RAM の F8D6H 番地をバッファとして, 書き込んだ値を保存しています. したがって, BIOS ROM 内ルーチンを使用して画面モード等を切り換えた場合, F8D6H 番地を参照することで画面管理用 I／O ポートの設定値を知ることができます.

X1turbo の各表示画面モードでのそれぞれの値と, 表示画面設定プログラムの例を以下に示します.

・低解像度モード

	テキスト画面	40×25	80×25	40×12	80×12	40×20	80×20	40×10	80×10
	グラフィック画面 ／ レジスタ	320×200	640×200	320×192	640×192	／	／	／	／
CRTC内部レジスタ	R0	37	6F	37	6F	37	6F	37	6F
	R1	28	50	28	50	28	50	28	50
	R2	2D	59	2D	59	2D	59	2D	59
	R3	34	38	34	38	34	38	34	38
	R4	1F	1F	0F	0F	18	18	0B	0B
	R5	02	02	02	02	08	08	12	12
	R6	19	19	0C	0C	14	14	0A	0A
	R7	1C	1C	0E	0E	16	16	0B	0B
	R8	00	00	00	00	00	00	00	00
	R9	07	07	0F	0F	09	09	13	13
	R10	00	00	00	00	00	00	00	00
	R11	00	00	00	00	00	00	00	00
	R12	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	R13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	R14	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	R15	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
8255② ポートC	B6	1	0	1	0	1	0	1	0
画面管理用 I／O ポート	DB0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DB1	0	0	0	0	—	—	—	—
	DB2	0	0	1	1	0	0	1	1
	DB3	—	—	—	—	—	—	—	—
	DB4	—	—	—	—	—	—	—	—
	DB5	—	—	—	—	—	—	—	—
	DB6	—	—	—	—	—	—	—	—
	DB7	0	0	0	0	1	1	1	1

• 高解像度モード

	テキスト画面	40×25	80×25	40×12	80×12	40×25	80×25	40×12	80×12	40×20	80×20
	グラフィック画面 ＼ レジスタ	320×200	640×200	320×192	640×192	320×400	640×400	320×384	640×384	／	／
CRTC内部レジスタ	R0	35	6B	35	6B	35	6B	35	6B	35	6B
	R1	28	50	28	50	28	50	28	50	28	50
	R2	2D	59	2D	59	2D	59	2D	59	2D	59
	R3	84	88	84	88	84	88	84	88	84	88
	R4	1B	1B	0D	0D	1B	1B	0D	0D	15	15
	R5	00	00	00	00	00	00	00	00	08	08
	R6	19	19	0C	0C	19	19	0C	0C	14	14
	R7	1A	1A	0D	0D	1A	1A	0D	0D	15	15
	R8	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	R9	0F	0F	1F	1F	0F	0F	1F	1F	13	13
	R10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	R11	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	R12	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	R13										
	R14										
	R15										
8255② ポートC	B6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
画面管理用I/Oポート	DB0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	DB1	1	1	1	1	0	0	0	0	—	—
	DB2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	DB3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	DB4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	DB5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	DB6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	DB7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

表4-9 各表示モードでのCRTC内部レジスタ，40字／80字モード切り換え信号，画面管理用I/Oポートの設定値

リスト4-10 表示画面設定例 1

```
CRTCAD  EQU     1800H
SIOADD  EQU     1A03H
SCRNIO  EQU     1FD0H
SMDA1:  LD      BC, CRTCAD
        LD      HL, SMDAD
        XOR     A
SMSAD:  OUT     (C), A      ┐
        INC     BC          │
        LD      D, (HL)     │
        OUT     (C), D      │
        INC     A           │ CRTCを80×25文字モードでイニシャライズ
        INC     HL          │
        DEC     BC          │
        CP      10H         │
        JR      NZ, SMDA1   ┘
        LD      A, (HL)
        LD      BC, SCRNIO
        OUT     (C), A ………………………画面管理ポートへ出力
        INC     HL
        LD      A, (HL)
        LD      BC, SIOADD
        OUT     (C), A ………………………基本クロックの設定
        RET
        ;
SMDAS:  DB      6FH, 50H, 59H, 38H, 1FH, 02H, 19H, 1CH
        DB      00H, 07H, 60H, 07H, 00H, 00H, 00H, 00H
        DB      20H ………………………画面管理I/Oポート参照
        DB      0CH ………………………80文字モード
        ;
        END
```

リスト4-11 表示画面モード設定例2

```
CRTCAD  EQU     1800H
SIOADD  EQU     1A03H
SCRNIO  EQU     1FD0H
SMDBS:  LD      BC, CRTCAD
        LD      HL, SWDBD
        XOR     A
SMDB1:  OUT     (C), A         ┐
        INC     BC             │
        LD      D, (HL)        │
        OUT     (C), D         │
        INC     A              │ CRTCを40×12文字モードでイニシャライズ
        INC     HL             │
        DEC     BC             │
        CP      010H           │
        JR      NZ, SMDB1      ┘
        LD      A, (HL)
        LD      BC, SCRNIO
        OUT     (C), A  ……………………画面管理ポートへ出力
        INC     HL
        LD      A, (HL)
        LD      BC, SIOADD
        OUT     (C), A  ……………………基本クロックの設定
        RET
        ;
SMDBD:  DB      37H, 28H, 2DH, 34H, 0FH, 02H, 0CH, 0EH
        DB      00H, 0FH, 60H, 07H, 00H, 00H, 00H, 00H
        DB      64H  ……………………画面管理I／Oポート参照
        DB      0DH  ……………………40文字モード
        ;
        END
```

4-2-4 表示画面ページの切り換え

X1turboは，2000文字分のテキストV-RAMと640×400ドットで8色表示のできる，グラフィックV-RAMを1画面分装備しています．表示画面モードによっては，これらのV-RAMをいくつかに分割して使用することができます．このとき，それぞれの領域をページと呼びます．

• 低解像度モード

テキスト・モード	40×25	80×25	40×12	80×12	40×20	80×20	40×10	80×10
グラフィック・モード	320×200	640×200	320×192	640×192				
テキスト・ページ	2	1	2	1	2	1	2	1
グラフィック・ページ	4	2	4	2				

• 高解像度モード

テキスト・モード	40×25	80×25	40×12	80×12	40×25	80×25	40×12	80×12	40×20	80×20
グラフィック・モード	320×200	640×200	320×192	640×192	320×400	640×400	320×384	640×384		
テキスト・ページ	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
グラフィック・ページ	4	2	4	2	2	1	2	1		

表4-10 各表示画面に対するテキスト画面とグラフィック画面のページ数

ページ切り換えは，CRTC内部レジスタのR12と画面管理I／Oポートのビット3で行います．

(1) CRTC内部レジスタ・R12

R12(上位スタートアドレスレジスタ)は，CRTCが出力するリフレッシュメモリアドレス(MA)の先頭アドレスの上位バイトを設定します．表4-11に各表示画面モードにおけるページの先頭アドレスを示します．ただし，実際にこのレジスタに設定される値は，V-RAM先頭番地からのオフセットになります．

また，X1turboでは，1個のCRTCでテキスト画面とグラフィック画面の両方を制御しているので，この場合にはテキストページとグラフィックページが同時に切り換わります．

(1) テキスト画面

ページ＼モード	40×25	80×25	40×12	80×12	40×20	80×20	40×10	80×10
ページ0	3000H	3000H	3000H	3000H	3000H	3000H	3000H	3000H
ページ1	3400H		3200H		3400H		3200H	

(2) グラフィック画面

ページ＼モード	320×200	640×200	320×192	640×192	320×400	640×400	320×384	640×384
ページ0	4000H	4000H	4000H	4000H	4000H	4000H	4000H	4000H
ページ1	4400H	4000'H	4200H	4000'H	4400H		4200H	
ページ2	4000'H		4000'H					
ページ3	4400'H		4200'H					

表4-11 各表示画面モードでのテキストページ・グラフィックページの先頭アドレス

この表は，テキストV-RAMの表示先頭アドレスを示しています．漢字用テキストV-RAMのアドレスは，(テキストV-RAMのアドレス)＋800Hとなります．アトリビュートV-RAMのアドレスは，(テキストV-RAMのアドレス)－1000Hです．

グラフィック画面については，BLUE用V-RAMの先頭アドレスを示してあります．RED用V-RAM，GREEN用V-RAMのアドレスは，それぞれ(BLUE用V-RAMアドレス)＋4000H，(BLUE用V-RAMアドレス)＋8000Hになります．なお，ダッシュマークのついたアドレスはBANK1におけるアドレスを示します．

(2) 画面管理用I／Oポート・ビット3

グラフィック画面に対する信号で，画面上にグラフィックV-RAMバンク0，バンク1のどちらかを表示するかを選択します．

0：グラフィックV-RAMバンク0を表示
1：グラフィックV-RAMバンク1を表示

この信号は，テキスト画面には影響しません．テキストページとは独立にグラフィックページのみ切り換わります．

次に各画面モードにおけるそれぞれの設定値と，ページ切り換えのプログラム例を示します．

リスト4-12　ページ切り換えプログラム例

```
CRTCAD  EQU     1800H
PCDATA  EQU     4 ………………………ページ1を選択
SCRNIO  EQU     1FD0H
WK1FD0  EQU     0F8D6H
PCNGE:  LD      BC, CRTCAD
        LD      A, 0CH ………………………CRTC Reg-No#
        OUT     (C), A
        INC     BC
        LD      A, PCDATA
        OUT     (C), A
        LD      BC, SCRNIO
        LD      A, (WK1FD0)
        AND     07H     ] ディスプレイページを1に
        OUT     (C), A  ]
        RET
        ;
        END
```

ページ ＼ モード		40×25	80×25	40×12	80×12	40×25	80×25	40×12	80×12	40×20	80×20	40×10	80×10
		320×200	640×200	320×192	640×192	320×400	640×400	320×384	640×384				
ページ0	CRTC R12	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H	00H
	1FD0H D3	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
ページ1	R12	04H	00H	02H	00H	04H		02H		04H		02H	
	D3	0	1	0	1	—		—		—		—	
ページ2	R12	00H		00H									
	D3	1		1									
ページ3	R12	04H		02H									
	D3	1		1									

表4-12　各画面モードでのページ切り換え設定値

4-3　テキスト画面

X1シリーズは，テキスト画面にキャラクタ・ジェネレータ(CG)，プログラマブル・キャラクタ・ジェネレータ(PCG)，漢字ROMの3種類のフォントを表示することができます．(X1ではCGとPCGのみ．漢字はグラフィックV-RAM上に書き込まれる．)

(1)　キャラクタ・ジェネレータ(CGROM)：8Kバイト(X1は4Kバイト)

通常使用する英数字，カタカナ，グラフィックパターン等を納めたROMで，前半の4Kバイトに8×8ドット構成の文字を256文字分，後半の4Kバイトに8×16ドット構成の文字を256文字分納めてあります．(X1は8×8ドットのパターンのみ)

(2)　プログラマブル・キャラクタ・ジェネレータ(PCGRAM)：2Kバイト×3

CG, 漢字ROMが読み出し専用なのに対して，PCGはユーザーが自由にフォントを定義して使用できるキャラクタ・ジェネレータです．PCGは，BLUE，RED，GREENの各色について2Kバイトづつ，合計6Kバイトあり，ドットごとに8色で，8×8ドット構成で256個，8×16ドット構成で128個のキャラクタを定義することができます．(X1は8×8ドットのみ)

(3) 漢字ROM：第1水準128Kバイト，第2水準128Kバイト

JIS非漢字453字とJIS第1水準漢字2965字，及びJIS第2水準3384字を，1文字16×16ドット構成で納めたROMです．フォントデータは，2組のROMに，漢字の右半分と左半分に分けて書き込まれています．

4-3-1 フォント表示

テキスト画面に，どのフォントデータを表示するかは，その画面表示位置に対するV-RAM，漢字テキストV-RAM，アトリビュートV-RAMの内容で決まります．この項では，CG，PCG，漢字ROMのフォントデータが，表示の時にどのように選択されるかを説明します．

まず，CG，PCG，漢字ROMのうち，どれを表示させるかを指定します．これは，漢字用テキストV-RAMとアトリビュートV-RAMのなかの次の3つのビットの情報によって選択されます．

①アトリビュートV-RAM・ビット5：ROM／RAM選択信号
②漢字用テキストV-RAM・ビット4：漢字第1／2水準選択信号
③漢字用テキストV-RAM・ビット7：CGROM／漢字ROM選択信号

それぞれのビットの値と表示されるフォントは，以下のようになります．

$\overline{\text{ROM}}$/RAM	$\overline{\text{CG}}$/KANJI	$\overline{1}$/2水準	テキスト表示
0	0	*	CG
0	1	0	漢字ROM（第1水準）
0	1	1	漢字ROM（第2水準）
1	0	0	PCGキャラクタ方式
1	0	1	PCG外字方式（①）
1	1	*	PCG外字方式（②）

表4-13 $\overline{\text{ROM}}$/RAM信号，$\overline{\text{CG}}$/漢字信号，1/2水準信号の値と表示フォント

- PCGキャラクタ方式は，PCGのデータを8×8ドット構成で扱います．
- PCG外字方式では，PCGのデータを8×16ドット構成で扱います．
- PCG外字方式①とPCG外字方式②とは，ハードウェア的にはまったく同じです．この区別は，ソフトウェア上で識別するために設けられたもので，例えばBASICでは，PCG外字方式①を半角文字（8×16ドット構成），PCG外字方式②を全角文字（16×16ドット構成）を表示させるのに割り当てています．

CG，PCG，漢字ROMのうち1つを選択した上で，選択したフォントROM／RAM上でのアドレスを決定する必要があります．以下，それぞれについて説明します．

(1) キャラクタ・ジェネレータ（CGROM）

ROM／RAM信号とCG／KANJI信号がともに〝0〞のときに，このCGROMが画面表示用として選択されます．このとき，テキストV-RAMにはASCIIコードをいれておきます．

フォントは，低解像度の25行モードと20行モードのときのみ，8×8ドット構成のフォントが使用され，その他の表示画面モードでは，8×16ドット構成のフォントが使用されます．この切り換えは，画面管理用I／Oポートの値によって，自動的に行なわれます．I／Oポートの値と表示されるフォントの関係をまとめると，次のようになります．

$\overline{L}$/H Res.	$\overline{25}$/12行	フォント
0	0	8×8ドット
0	1	8×16ドット
1	0	〃
1	1	〃

表4-14　$\overline{L}$/H Res.信号，25(20)/12(10)行信号の値と表示されるCGフォント

CGROMに与えられるアドレスの内容は，次のようになっています．ここでRA0～RA3は，CRTCが発生するラスタアドレスです．

●低解像度・25(20)行モード

●高解像度・12行モード

●その他の表示画面モード

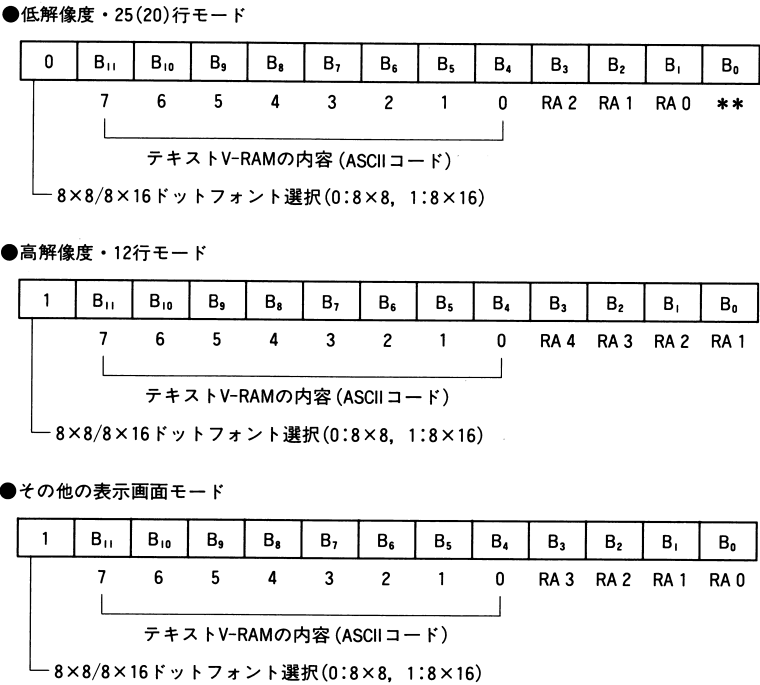



図4-16　CGROMに与えられるアドレスの内容

(2)　漢字ROM

漢字テキストV-RAMのCG／KANJI信号が〝1〟で，アトリビュートV-RAMのROM／RAM信号が〝0〟のときには漢字ROMが選択されます．このとき，テキストV-RAMには漢字ROMアドレスの下位8ビットを，漢字用テキストV-RAMのビット0～3に漢字ROMアドレスの上位4ビットを格納しておきます．

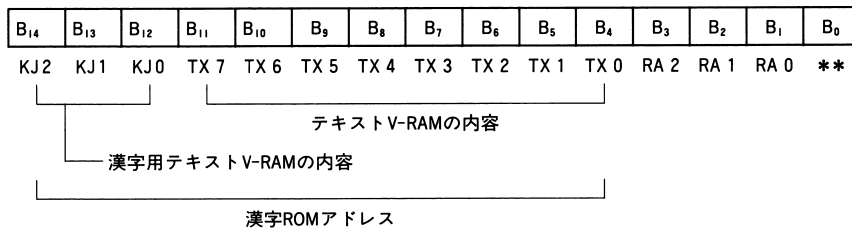
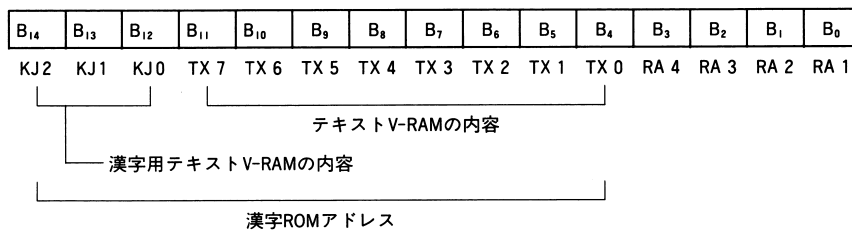
漢字ROMは，第一水準と第二水準それぞれ4個の，計8個から構成されています．それぞれのROMは，No.0とNo.2が漢字の左半分，No.1とNo.3が右半分のフォントを格納しており，0と1，2と3が組になって16×16ドットの漢字を表示しています．

この8個のROMから1つを選択するわけですが，それには第1水準／第2水準選択信号(漢字用テキストV-RAM・ビット4)，LEFT／RIGHT選択信号(漢字用V-RAM・ビット6)，漢字ROMアドレスの最上位ビット(漢字用テキストV-RAM・ビット3)の3つの信号を使います．それぞれの信号の値と選択される漢字ROMの関係は次の通りです．

$\overline{1}$／2水準	$\overline{\text{LEFT}}$／RIGHT	ASCII 2・ビット3	漢字ROM
0	0	0	第1水準No.0
0	1	0	第1水準No.1
0	0	1	第1水準No.2
0	1	1	第1水準No.3
1	0	0	第2水準No.0
1	1	0	第2水準No.1
1	0	1	第2水準No.2
1	1	1	第2水準No.3

表4-15　漢字ROMの選択

漢字ROMに与えられる15ビットのアドレスの内容を，次に示します．

●低解像度・25(20)行モード

●高解像度・12行モード

●その他の表示画面モード

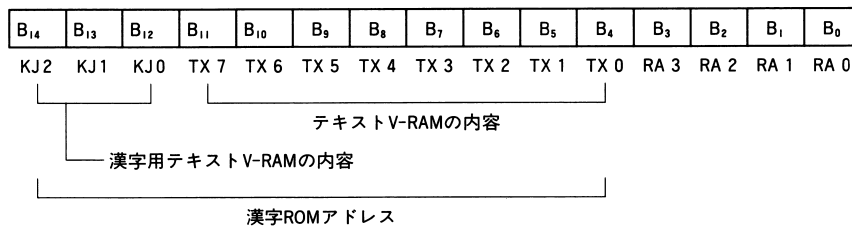



図4-17　漢字ROMに与えられるアドレスの内容

※低解像度の25行モード，20行モードでは，漢字は正常に表示されません．

(3) プログラマブル・キャラクタ・ジェネレータ(PCGRAM)

アトリビュートV-RAMのROM／RAM信号が〝1〟のときには，プログラマブル・キャラクタ・ジェネレータ(PCGRAM)が選択されます．このとき，テキストV-RAMにはASCIIコードをいれておきます．

PCGRAMは，BLUE，RED，GREENの3つで構成されており，それらを合成して表示します．

PCGキャラクタ方式は，1文字を8×8ドット構成とみなして表示します．PCG外字方式は，1文字を8×16ドット構成で表示します．この2つの方式の選択は，CG／KANJI信号と1／2水準信号によってきまります．CG／KANJI信号と1／2水準信号がともに〝0〟のときにはPCGキャラクタが選択され，それ以外のときにはPCG外字方式が選択されます．

$\overline{\text{CG}}$/KANJI	$\overline{1}$/2水準	テキスト表示
0	0	PCGキャラクタ方式
0	1	PCG外字方式（①）
1	*	PCG外字方式（②）

表4-16 $\overline{\text{CG}}$/KANJI信号，$\overline{1}$/2水準信号とPCG表示方式

PCGRAMに与えられる11ビットのアドレスが，それぞれの方式でどのように変わるかを次の図に示します．

表示モード	PCGアクセス方式	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	テキストV-RAMの内容
低解像度・25行モード 20行モード	PCGキャラクタ方式	TX7	TX6	TX5	TX4	TX3	TX2	TX1	TX0	RA2	RA1	RA0	TX7–TX0
低解像度・12行モード 10行モード 高解像度・25行モード 20行モード	PCGキャラクタ方式	TX7	TX6	TX5	TX4	TX3	TX2	TX1	TX0	RA3	RA2	RA1	TX7–TX0
	PCG外字方式	TX7	TX6	TX5	TX4	TX3	TX2	TX1	RA3	RA2	RA1	RA0	TX7–TX1
高解像度・12行モード	PCGキャラクタ方式	TX7	TX6	TX5	TX4	TX3	TX2	TX1	TX0	RA4	RA3	RA2	TX7–TX0
	PCG外字方式	TX7	TX6	TX5	TX4	TX3	TX2	TX1	RA4	RA3	RA2	RA1	TX7–TX1

表4-17 PCGRAMに与えられるアドレスの内容

PCG キャラクタ方式では，8×8 ドットのフォントを256種類持つことができます．

PCG 外字方式では，テキスト V-RAM からのデータが 7 ビット，ラスタアドレスが 4 ビットとなり，8×16ドットのフォントを128種類持つことができます．この時，テキスト V-RAM の ASCII コードの最下位ビットは無視されます．連続した 2 つの ASCII コードを持つ PCG パターンのうち，偶数の ASCII コードを持つ 8×8 ビットのパターンが上半分，奇数の ASCII コードのパターンが下半分となって，8×16ドットのフォントを構成します．テキスト V-RAM に書き込まれる ASCII コードには，偶数・奇数の区別がなくなり，偶数・奇数の順で連続した 2 つの ASCII コードは，どちらも同じ 1 つの 8×16ドットのフォントを表示させます．

例えば ASCII コード 42H の PCG に[B]のフォント，43H に[C]のフォントが入っていたとすると，PCG キャラクタ方式と，PCG 外字方式の表示は，それぞれ図 4-21のようになります．

PCG 外字方式は，漢字表示や 1／4 角表示に応用することができます．8×16ドットのフォントを 2 つ使って 1 つに漢字の左側部分，もう 1 つに右側部分を定義しておいて，並べて表示すれば 16×16ドットの漢字を表示することができますし，8×16ドットのパターンのうち半分を空白にしておけば 1／4 角文字を表示させることもできます．この表示例を下図に示します．

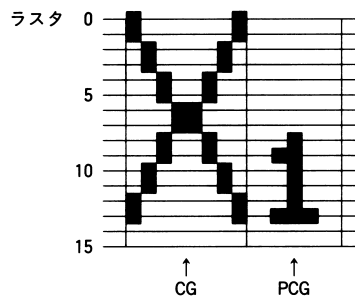



図4-18 PCG外字方式による1/4角文字の表示例

PCG 外字方式は，1 行あたり16ラスタ以上のラインが必要ですので，低解像度の25行モード，20行モードでは使用することができません．ただし，縦倍表示にすれば表示可能です．

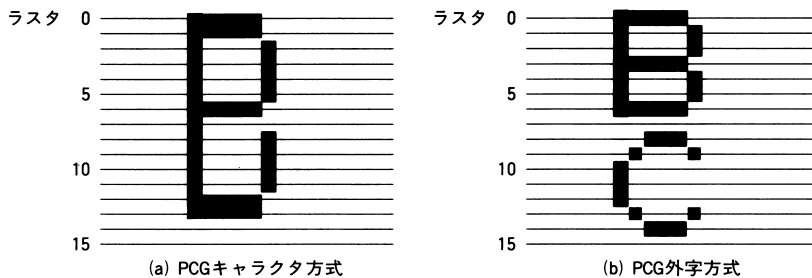



図4-19 PCGキャラクタ方式とPCG外字方式による画面表示例

以下に，各画面表示モードにおけるテキストの表示例を示します．

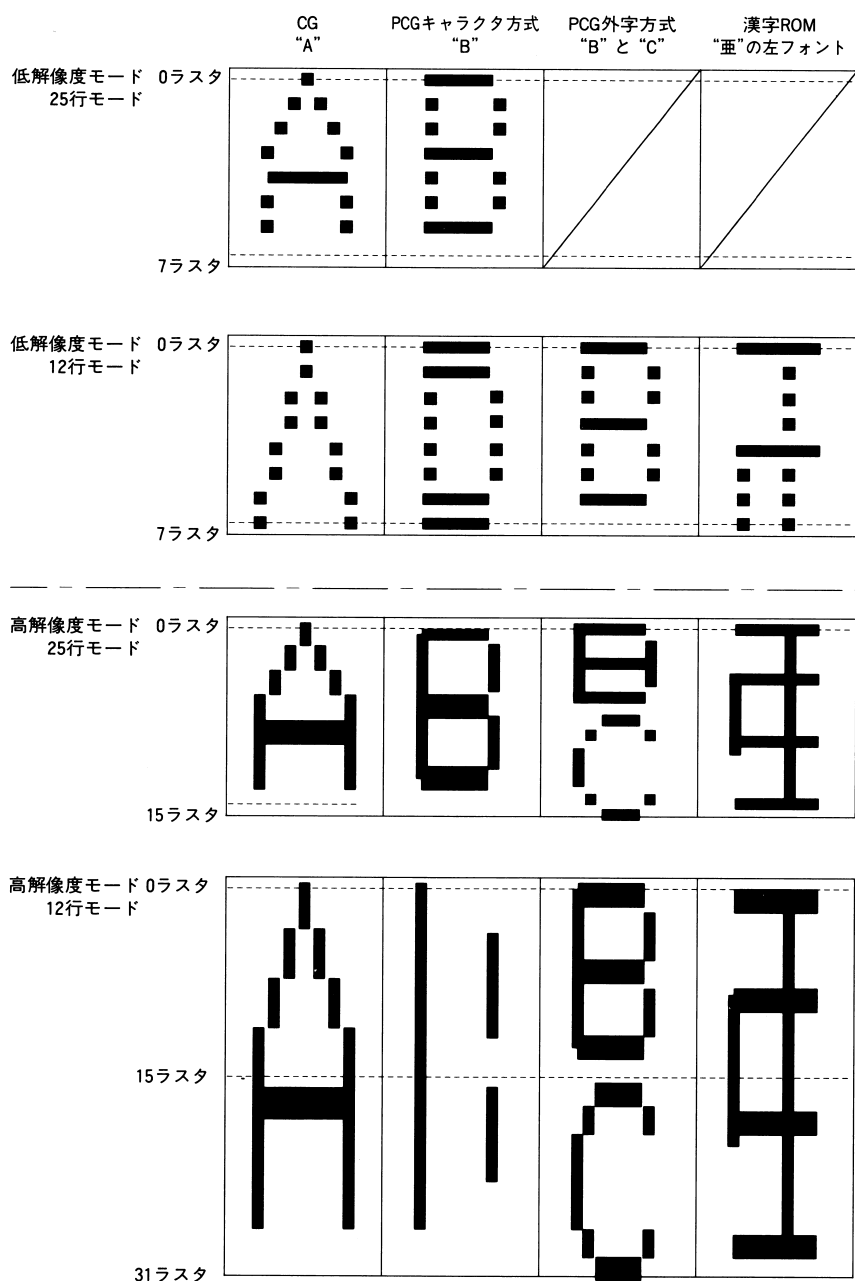



図4-20

4-3-2　CPUからのフォントのアクセス

CG・PCG・漢字ROMが表示に使用されているときに，それらをCPUからアクセスすると，画面表示のアクセスと競合し，画面にノイズがでて見にくくなってしまいます．そこで，一般的には，画面が表示されないとき(帰線期間)に，これらに対してアクセスする方法が使われます．

X1シリーズでも，この方法が使われていますが，帰線期間の利用法の違い等により，通常アク

セスモードと高速アクセスモード(turboのみ)の2種類のモードに分かれています.

通常アクセスモードは, X1全シリーズで使われている方式で, 垂直帰線期間のみを使用します. このアクセスモードでは, PCGの256キャラクタすべてを設定するのに, 約12秒もかかってしまいます. また, 垂直帰線期間の始まりの検知や, タイミングの制御をソフトウェアで行っているので, ソフトウェアに負担がかかります. その上X1turboのように表示画面モードが多い場合には, 表示モードごとにアクセスタイミングの微調整をしなければならないので, ソフトウェア的な負担は, さらに大きなものとなってしまいます.

そこで, X1turboには, 高速アクセスモードが設けられています. 高速アクセスモードは, 垂直帰線期間ではなく水平帰線期間を, CG等のアクセスに使用するアクセスモードです. 通常アクセスモードでは, 垂直帰線1回で8バイトをアクセスできるので, 画面表示1フレームあたり, 8バイトのアクセスが可能です. これに対して, 高速アクセスモードは, 水平帰線期間1回に1バイトをアクセスします. 水平帰線期間は1フレームあたり, 低解像度モードで200回, 高解像度モードで400回あるので, 1フレームあたりのアクセスバイト数は, 200バイト又は400バイトとなり, 通常アクセスモードと比較して単純計算でも8～45倍と, アクセス速度が格段に速くなっています. さらに, 帰線期間の検知やアクセスタイミングの制御をハードウェアで行っているので, タイミングに関するソフトウェアの負担がほとんどなくなっています.

どちらのアクセスモードを使用するかは, 画面管理用I／Oポート(I／Oアドレス 1FD＊H)のビットSPCG／FPCGによって指定されます.

4-3-3 通常アクセスモード

X1全シリーズで利用可能で, X1とturboシリーズでコンパチビリティを保つために設けられているアクセスモードです. CGROM・PCGRAMに対してのみアクセス可能で, 漢字ROMに対してはアクセスすることはできません. 以下に, 通常アクセスモードの原理を説明します.

テキストV-RAMは, それぞれ2048バイトずつ設けられていますが, そのすべての表示用に使われるわけではありません. 40字モードの場合には, 最初の1024バイトを0ページ, のこりの1024バイトを1ページと2つにわけて使っていますが, 表示用に使われているのはそれぞれ先頭から, 40×25＝1000バイトでのこりの24バイトは表示されません. 80字モードの場合にも, 同じように2048バイトのうち表示されるのは, 先頭から80×25＝2000バイトで, のこりの48バイトは表示されません. (図4－6参照)

しかし, この表示されない部分に入ってもCRTCは, あたかも表示部分がつづいているかのようにメモリアドレス(MA)・ラスタアドレス(RA)を発生しつづけます. 一方, 表示用のフォント選択回路等も正常に動作しつづけているので, メモリアドレスによって指定された各テキストV-RAMの内容とラスタアドレスから, まえの「フォント表示」のところで説明した規則に従ってCGROM等かアクセスされ, そのデータライン上にフォントデータが出力されます. CGROM等のデータラインは, CPUのI／Oアドレス上にもマッピングされているので, このタイミングをみはからって, I／Oアドレスを読み込めばフォントデータを取り込むことができます. PCGに対しては, 書き込みもできます.

CGROM等のデータラインがマッピングされているI／Oアドレスは, 以下のとおりです.

CGROM……………………………I／Oアドレス 14＊＊H
PCGRAM・BLUE………………I／Oアドレス 15＊＊H
PCGRAM・RED…………………I／Oアドレス 16＊＊H
PCGRAM・GREEN……………I／Oアドレス 17＊＊H

次に，読み込み／書き込みのタイミングについて説明します．

まず，最初に垂直帰線期間の始まりを知らなければなりません．これは，8255②ポートB・ビット7(V-DISP信号)の立ち下がり(1から0への変化点)によって知ることができます．

ポート	ポート端子	アクティブ	コントロール内容	信号名
B (入力)	PB_7	L	垂直帰線期間信号	V-DISP
	PB_6	H	データ転送禁止信号	IBF
	PB_5	L	80C49からのデータ受信可能指示信号	OBF
	PB_4	H	BIOS ROMバンク切り換え信号 (L：BIOS ROM側，H：メインメモリ側)	IPL RESET
	PB_3	L	プリンターからの入力可能指示信号	BUSY
	PB_2	H	垂直同期信号	PV. SYNC
	PB_1	—	カセット読み出しデータ	READ. DATA
	PB_0	L	BREAK信号	$\overline{\text{BREAK}}$

表4-18　8255②ポートB(I/Oアドレス1A01H)の内容

・ビット7……V-DISP(垂直帰線期間信号)
　　0：非表示(垂直帰線)期間
　　1：表示期間

したがって，このビットが1から0に変化した時が垂直帰線期間の始まりとなります．

ここから，8ラスタの間フォントデータの順次読み込み／書き込みが可能になります．しかし，実際に有効なのは，表示されない部分のV-RAMがフォントを指定できる，各ラスタの最初の24μsecに限られます．各ラスタの始まりは，直接知る方法がないので，垂直帰線期間の始まりからソフトウェア的にタイミングを合わせていきます．

各ラスタでは，ラスタの始まりから順次，V-RAMのデータを使ってCGROM等のアドレスを指定していきますので，同じASCIIコードを書き込んでおけば最大で24μsecの間，1つのアドレスを指定しておくことができます．この間に，CPUからI/Oアドレスをアクセスしなければならないのですが，1バイトのデータをアクセスするには充分な時間です．プログラムによっては，PCGRAMのBLUE，RED，GREEN，それぞれ1ライン分，計3バイトのアクセスも可能です．以下に，アクセスタイミング図を示します．

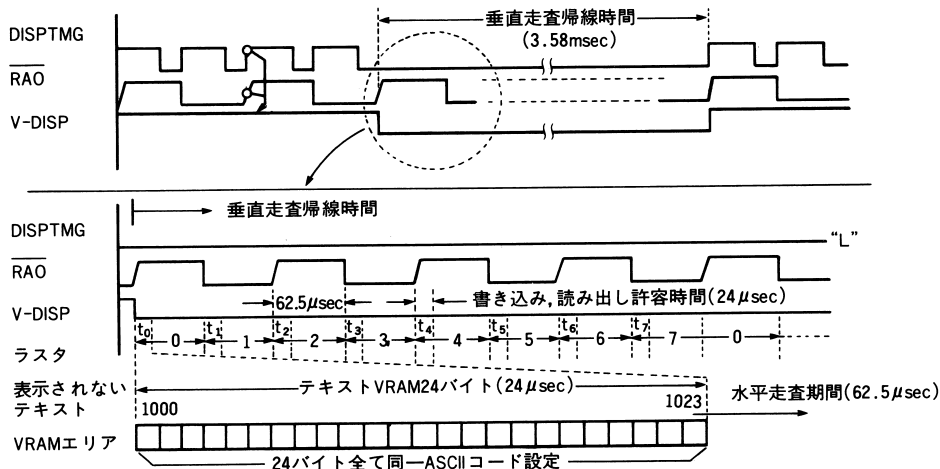



図4-21　PCGへのアクセスタイミング図

以上のことから，通常アクセスモードのソフトウェア手順をまとめると以下のようになります．

（1）テキストV-RAMの表示されない部分に，アクセスしようとするフォントのASCIIコードを24バイト書き込んでおきます．24バイトはすべて同じコードでなければなりません．
（2）漢字用テキストV-RAM，アトリビュートV-RAMの該当部分に，PCGRAMとCGROMのうちどちらをアクセスするかの情報を（1）と同じく24バイト書き込みます．PCGRAMとCGROMの選択は「フォントアクセス」の項で説明した規則に従います．したがって，漢字用テキストV-RAMのビット7（CG／KANJI信号）と，アトリビュートV-RAMのビット5（ROM／RAM信号）によって決定されます．他のビットの情報は，無関係です．なお，通常アクセスモードでは，漢字ROMをアクセスすることはできません．
（3）画面管理用I／Oポート（I／Oアドレス　1FD＊H）のビット5（SPCG／FPCG）信号）を0に設定します．これで通常アクセスモードモードになります．
（4）8255②ポートB（I／Oアドレス　1A01H）のビット7（V-DISP信号）を読み込んで，1から0に変わるまで待ちます．この変化点（立ち下がり）が，垂直帰線期間の始まりとともに第0ラスタの開始を表します．
（5）CGROM，PCGRAMのフォントデータをI／O アドレスを通じて読み出し／書き込みます．
（6）つぎのラスタの開始まで，ソフトウェア的に待ちます．1ラスタあたりの時間は，約62.6μsecですから，ここから残り時間を計算して待ちます．
（7）（5）と（6）を8ラスタ分繰り返します．

※垂直表示期間（V-DISP信号　〝1〟）にCRTCの内部レジスタの内容を変更すると，その直後の帰線期間（V-DISP信号　〝0〟）のメモリアドレスが正常に出力されません．従って，CRTCの内部レジスタの内容を変更した場合，16msec以上待ってからCGROM等へのアクセスを行なわなければなりません．垂直帰線期間中にCRTCの内部レジスタの内容を変更したあと，CGROM等へのアクセスを行うようにプログラムすれば，CGROM等へのアクセスルーチンで次のV-DISP信号の立ち下がりまで待つので，自動的に16msec以上の時間余裕が取られます．

4-3-4 高速アクセスモード

高速アクセスモードは，X1turboのみのアクセスモードで，すべての表示画面モードで使用することができます．

高速アクセスモードは，通常アクセスモードが，CGROM等へアクセスするのに垂直帰線期間を使用するのに対して，水平帰線期間をアクセスに使用し，CGROM等へのアクセスを通常アクセスモードと比較して約8～45倍の速度で行うことができます．また，帰線期間の検知やアクセスタイミング等の制御をハードウェアで行っているのでソフトウェアの負担がほとんどなくなっています．

以下に，高速アクセスモードの原理を説明します．

まず，CGROM等がマッピングされているI／Oポート（I／Oアドレス　14＊＊H～17＊＊H）をアクセスすると，ハードウェアによってCPUにウェイトがかけられます．この時点が，高速アクセスモードでのアクセス開始点になります．水平帰線期間に入ると，いままでCRTCからのメモリアドレスが使用されていた，各テキストV-RAMへのアドレスが，各テキストV-RAMの最上位の1バイトを示すように切り換えられます．つまり，テキストV-RAMでは37FFH，漢

字用テキストV-RAMでは3FFFH，アトリビュートV-RAMでは27FFHからがアクセスされ，それぞれのV-RAMに書き込まれていたデータがこれからCPUによってアクセスするフォントデータを決定します．

どのフォントデータをアクセスするかは，前に選択された各テキストV-RAMの最上位1バイトに書き込まれていたデータ計3バイトと，CPUからのアドレスによって決定されます．各テキストV-RAMからのデータによって，CGROM，PCGRAM，漢字ROMの選択及びキャラクタの選択が行われ，CPUからのアドレスによって，そのキャラクタの何ライン目をアクセスするかを選択します．この選択のための規則は，「フォント表示」の項で説明したのとほぼ同様の規則にしたがいます．ただし，CRTCからのラスタアドレス(RA)の代わりにCPUからのアドレスがつかわれます．これについての詳細は後述します．

以上のようにしてCGROM等のアドレスが決定され，CGROM等の準備が整った後にCPUのウェイト信号が解除され，CPUによってフォントデータの読み込み／書き込みが行われアクセスが終了します．実際には，CGROM等のアドレス決定および準備期間として水平帰線期間に入ってから5キャラクタクロックの時間がとられます．

高速アクセスモードでのアクセスタイミングを下図に示します．

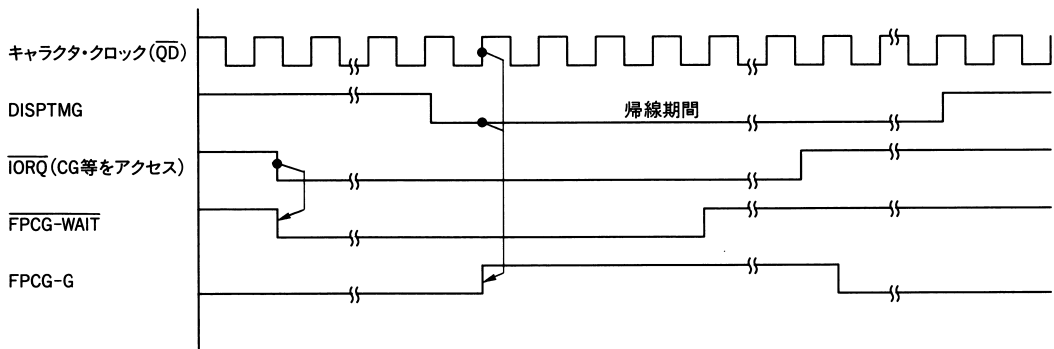



図4-22

以上のことから，高速アクセスモードでのアクセス・プログラム手順の概要は，以下のようになります．

（1）各テキストV-RAMの最上位1バイトずつ(テキストV-RAM 37FFH，漢字用テキスV-RAM 3FFFH，アトリビュートV-RAM 27FFH)，及び画面管理用I/Oポート等に，アクセスしようとするフォントを選択するためのデータを書き込む．

（2）画面管理用I/Oポート(I/Oアドレス　1FD＊H)のデータビット5(SPCG／FPCG信号)を〝1″に設定する．

（3）CGROM等のマッピングされているI/Oアドレスをアクセスする．それぞれのI/Oアドレスは，次のようになっています．

CGROM……………………I/Oアドレス　14＊0H～14＊FH
PCGRAM・BLUE………I/Oアドレス　15＊0H～15＊FH
PCGRAM・RED…………I/Oアドレス　16＊0H～16＊FH
PCGRAM・GREEN……I/Oアドレス　17＊0H～17＊FH
漢字ROM……………………I/Oアドレス　14＊0H～14＊FH

このアドレスの下位4ビットが，テキストV-RAM等によって選択されたキャラクタフォントのうち，何ライン目をアクセスするかを選択するのに使用されます．

これで，ソフトウェア的な手段は終了し，あとはハードウェアが自動的にタイミングをとって実際にCGROM等に対してアクセスを行い，1バイト分のデータアクセスが完了します．データが，複数バイトある場合には，この手順を必要なだけ繰り返します．

次に，フォントデータ選択のための規則について説明します．

フォントデータの選択は，各テキストV-RAMからのデータと，CPUからのアドレスによって決定されます．

各テキストV-RAMからのデータは，計3バイトで，CGROM・PCGRAM・漢字ROMのうちどれを選択するか，及びそのなかでもどのキャラクタのデータをアクセスするかを選択するのにつかわれており，その規則は「フォント表示」のときとほぼ同じです．相違点は，CGROMにアクセスするとき，8×8ドットフォントと8×16ドットフォントのどちらをアクセスするかを決定する規則で，表示のときは表示画面モードによって自動的に選択されていましたが，高速アクセスモードでは画面管理用I／Oポート・ビット6(CGSEL 8／16RA)の値によって選択されます．

詳細については図4－1・画面管理用I／Oポートの内容を参照してください．

CPUからのアドレスは，下位4ビット(AB0～AB3)が，CRTCからのラスタアドレスに代わって，選択されたキャラクタのうちどのラインのデータをアクセスするのかを決定するのにつかわれています．表示の場合，CGROM等に与えられるアドレスの下位4ビットまたは3ビットをラスタアドレスが担当していましたが，その対応は表示画面モードによってまちまちでした．しかし，高速アクセスモードの場合，PCGRAMへのアクセスの一部を除いてつねに，CGROM等へ与えられるアドレスの下位4ビットと，CPUからのアドレス下位4ビットの対応は，同じになっています．

以下に，CGROM，PCGRAM，漢字ROM，それぞれにアクセスする場合に分けて説明します．

(1) CGROM

CGROMが選択されるのは，各テキストV-RAMからのデータのうち，ROM／RAM信号(アトリビュートVRAM・ビット5)と，CG／KANJI信号(漢字用テキストV-RAM・ビット7)がともに〝0″のときです．

また，CGROMに与えられるアドレスは，画面管理用I／Oポート・ビット6，各テキストV-RAMからのデータ，CPUからのアドレス下位4ビットによって構成され，その内容は，以下のようになります．

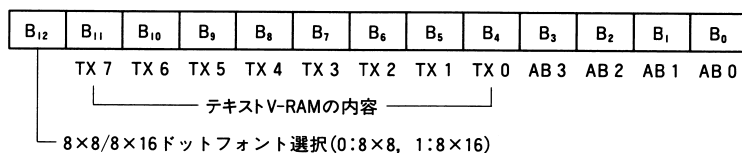



図4-23 CGROMに与えられるアドレスの内容

CGROMに書き込まれているデータは，大きく2つに分けられ，前半に8×8ドットフォントデータが，後半に8×16ドットフォントデータが書き込まれています．このうち，どちらを選択

するかはCGROMに与えられる最上位ビット(B12)によって決定されますが，ここには画面管理用I／Oポート・ビット6 (CGSEL 8／16RA信号)の値がそのまま入ります．

画面管理用I／Oポート(I／Oアドレス　1FDG＊H)
ビット6………CGSEL 8／16RA(8／16ラインフォント選択)信号
0：8ライン(8×8ドット)フォント選択
1：16ライン(8×16ドット)フォント選択

また，8×8ドットフォントは，2バイトずつ同じデータが書き込まれているので，8×8ドットフォントデータを順次アクセスする場合にはCPUからのアドレスをダブルインクリメントする必要があります．

(2) PCGRAM

PCGRAMが選択されるのは，各テキストV-RAMからのデータのうち，ROM／RAM信号(アトリビュートV-RAM・ビット5)の値が，〝1〞のときです．

PCGRAMに与えられるアドレスは，各テキストV-RAMからのデータと，CPUからのアドレス下位4ビットとで作成されますが，その構成によってPCGキャラクタ方式とPCG外字方式の2つに分けられ，それぞれPCGの2つの表示方式に対応しています．

2つの方式のうち，どちらの方式でアクセスするかは，CG／KANJI信号(漢字用テキストV-RAM・ビット7)と，1／2水準信号(漢字テキストV-RAM・ビット4)の値によって選択されます．この2つのビットの値が，ともに〝0〞の時はPCGキャラクタ方式でアクセスが行われ，それ以降の場合にはPCG外字方式でアクセスが行われます．

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
$\overline{CG}$／KANJI	$\overline{L}$／R	ULINE	$\overline{1}$／2水準	ASCII 2			

$\overline{CG}$／KANJI	$\overline{1}$／2水準	テキスト表示
0	0	PCGキャラクタ方式
0	1	PCG外字方式（①）
1	＊	PCG外字方式（②）

表4-19　漢字用テキストV-RAMの内容と，PCGアクセス方式の選択

PCGキャラクタ方式は，1キャラクタを8×8ドットで構成するもので，このときにPCGRAMに与えられるアドレスの内容は下図のようになります．

B_{10}	B_9	B_8	B_7	B_6	B_5	B_4	B_3	B_2	B_1	B_0
TX 7	TX 6	TX 5	TX 4	TX 3	TX 2	TX 1	TX 0	AB 3	AB 2	AB 1

(TX 7〜TX 0：テキストV-RAMの内容)

図4-24　PCGRAMに与えられるアドレスの内容(PCGキャラクタ方式)

図からもわかるように，CPUからのアドレスのうち，最下位のAB0が使われずにAB1から始まっています．したがって，偶数アドレスとそれに続く奇数アドレスでは同じラインのPCGを選択することになるので，PCGRAMをPCGキャラクタ方式で順次アクセスする場合には，CPU

からのアドレスをダブルインクリメントする必要があります．

PCG外字方式は，8×8ドットのフォントを2つ縦に並べて，1キャラクタを8×16ドットで構成するもので，その構成が漢字フォントと同じになるためには漢字テキストと一緒に表示するとき等に使用すると便利な方式です．

PCG外字方式のときにPCGRAMに与えられるアドレスの内容は，以下のようになります．

図4-25 PCGRAMに与えられるアドレスの内容(PCG外字方式)

CPUからのアドレスは，4ビットともすべて使われますが，テキストV-RAMからのデータのうち最下位のビットが使われていません．したがって，偶数とそれに続く奇数のアスキーコードは，おなじ1つのキャラクタを選択します．この場合，このキャラクタを示すのにどちらのコードを使ってもかまいません．

また，アスキーコードの最下位ビットの代わりに，CPUからのアドレスの最上位ビットが入っているので，偶数のアスキーコードに対応する8×8ドットのフォントがライン0～7，続く奇数のアスキーコードに対応する8×8ドットのフォントがライン8～15のフォントデータになります．

(3) 漢字ROM

各テキストV-RAMからのデータのうち，ROM／RAM信号(アトリビュートV-RAM・ビット5)が〝0〟で，CG／KANJI信号(漢字用テキストV-RAM・ビット7)が〝1〟のときには，アクセス対象として漢字ROMが選択されます．

漢字ROMは，第1水準・第2水準(第2水準はオプション)合わせて8個のROMに納められていますが，このうちどのROMをアクセス対象にするかは，LEFT／RIGHT信号(漢字用テキストV-RAM・ビット6)，第1／第2水準選択信号(漢字用テキストV-RAM・ビット4)，及び，漢字用テキストV-RAM・ビット3の計3つのビットの状態によって選択されます．この内容は表4-15を参照してください．

このようにして選択された漢字ROMに与えられるアドレスの内容は，以下のようになります．

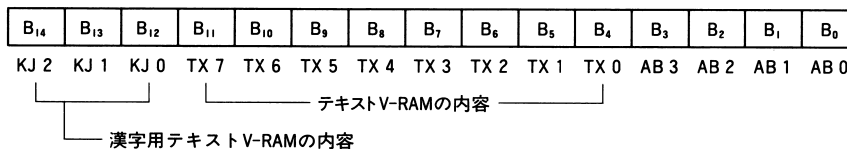



図4-26 漢字ROMに与えられるアドレスの内容

このとき，テキストV-RAMと漢字用テキストV-RAMに書き込まれる値は，区点コードやJIS漢字コードとは，全く別のもので，この値が直接，漢字ROMアドレスを指定するのに使われます．漢字ROMアドレスをJIS漢字コードから求める方法を以下に示します．

例えば漢字〝右〟(JIS漢字コード3126H)の漢字ROMアドレスを求めると

・JIS 漢字コードの上位バイトから 30H を引きます.
31H－30H＝01H
ただし JIS 漢字コードの上位バイトが 28H 以下の場合には 21H を引きます.
・この値に 600H を掛けます.
01H×600H＝600H
・この値に 4000H を足します.
600H＋4000H＝4600H
ただし JIS 漢字コードの上位バイトが 28H 以下の場合には 100H を足します.
こうして得られた値をテーブルデータといい，その行の最左列の漢字のフォントデータ収納アドレスを示しています.
・さらに漢字 ROM アドレスを求めるには
漢字 ROM アドレス＝テーブルデータ＋(JIS 漢字コード下位バイト－20H)×10H
となります.
〝右″の場合には
漢字 ROM アドレス＝4600H＋(26H－20H)＊10H＝4660H
となります.

次に JIS 漢字コードから漢字 ROM アドレスに変換するプログラムを示します.

リスト4-13 BIOS内ルーチンを利用しJIS漢字コードから漢字ROMアドレスへの変換

```
JISVRM  EQU   2FB6H  ………JISコード ➡ 漢字ROMアドレス
KKVRM:  LD    BC,1A01H  ┐
        IN    A,(C)     │
        AND   10H       │
        JR    Z,KKVR1   │ BIOS ROMの状態を調べ,それをセーブする
        LD    A,1DH     │
        JR    KKVR2     │
KKVR1:  LD    A,1EH     │
KKVR2:  PUSH  AF        ┘
        LD    A,1DH     ┐ BIOS ROMアクティブ
        OUT   (00H),A   ┘
        LD    HL,KKVDT
        LD    E,(HL)    ┐
        INC   HL        │ DEに漢字コードをセット
        LD    D,(HL)    ┘
        CALL  JISVRM  ………BIOSコール
        JR    NC,KKVR3
        XOR   A
        LD    E,A
        LD    D,A
KKVR3:  INC   HL
        LD    (HL),A    ┐
        INC   HL        │
        LD    (HL),E    │
        INC   HL        │ ROMアドレスをセーブ
        LD    (HL),D    │
        POP   AF        ┘
        OUT   (00H),A  ………ROMを初期状態に
        RET
        ;
KKVDT:  DW    3021H
        DS    3
        ;
        END
```

また，X1turbo シリーズでは BIOS ROM の 2FB6H 番地(JISVRM)に JIS 漢字コードから V-RAM のための漢字 ROM アドレスに変換するサブルーチンが用意されています．

X1 で漢字表示のためにグラフィック RAM に漢字パターンを展開したい場合など，漢字 ROM から直接フォントデータを読み出す必要があります．X1 では漢字 ROM からフォントデータを読み出す際には I／O ポートを利用します．表 4 -20は漢字 ROM の読み出しに関する I／O ポートの一覧表です．

I/Oポート	操　作　内　容	IN/OUT
0E80H	1．収納アドレス下位データ設定	OUT
	2．左側データ読み込みポート	IN
0E81H	1．収納アドレス上位データ設定	OUT
	2．右側データ読み込みポートと内部アドレスカウトアップ	IN
0E82H	1．〔(0E82)H―(01)H〕・チップセレクト ON	OUT
	2．〔(0E82)H―(00)H〕・チップセレクト OFF 増設用EP-ROMセレクト	

(a)　X1

I／Oポート	設定内容
1FD＊Hの D_5 ($\overline{\text{SPCG}}$／FPCG)	1：高速アクセスモード
27FFHの D_5 ($\overline{\text{ROM}}$／RAM)	0：ROM
3FFFHの D_7 ($\overline{\text{CG}}$／KANJI) D_6 ($\overline{\text{L}}$／R) D_4 ($\overline{1}$／2水準) D_3～D_0	1：漢字 0：左フォント 1：右フォント 0：第1水準漢字 1：第2水準漢字 漢字ROMアドレス上位 4 ビット
37FFH D_7～D_0	漢字ROMアドレス下位 8 ビット

(b)　X1turbo

表4-20　漢字ROMのI/Oアドレス

次に漢字 ROM からフォントを読み出す手順を示します．

最初に JIS 漢字コード，または JIS 区点コードから前記の方法で漢字 ROM アドレスを求めます．前述の〝右″の場合は漢字 ROM アドレスは 4660H となります．

(1) I／O ポートの 0E80H に漢字 ROM アドレスの下位バイトを出力します．
(2) I／O ポートの 0E81H に漢字 ROM アドレスの上位バイトを出力します．
(3) I／O ポートの 0E82H に 01H を出力して漢字 ROM のチップセレクトを ON にします．
(4) I／O ポートの 0E80H から左側のデータを読み込みます．
(5) I／O ポートの 0E81H から右側のデータを読み込みます．このとき，漢字 ROM アドレスがハードウェアにより，自動的に 1 バイトカウントアップされます．
(6) I／O ポートの 0E82H に 00H を出力して漢字 ROM のチップセレクトを OFF にします．

(3)から(6)までの動作を合計16回繰り返すことにより，漢字 1 文字のフォントデータの読み込みが完了します．また，(3)の動作から(4)の動作の間に 3μsec 以上の時間をおく必要があります．次に，フォント読みだしプログラムの例を示します．

リスト4-14　漢字ROMデータ読み込みプログラム例

```
KANACS:LD      BC,1FD0H  ┐
       LD      A,20H     │高速アクセスモードの設定
       OUT     (C),A     ┘
       LD      BC,27FFH  ┐
       XOR     A         │ROM選択
       OUT     (C),A     ┘
       LD      BC,3FFFH
       LD      HL,401H  ……………………"亜"の漢字アドレス
       LD      A,H
       OR      80H  ……………………漢字ROM左フォント選択
       OUT     (C),A
       LD      BC,3FFF
       LD      A,L  ……………………漢字ROMアドレス下位8ビットの指定
       OUT     (C),A
       LD      BC,1400H  ……………………フォント読み出しI/Oポートアドレス
       LD      HL,DATA
       LD      E,10H  ……………………フォントライン数
GETKNL:        IN        A,(C)  ……………………フォントを読む
       LD      (HL),A  ……………………作業域に書き込む
       INC     HL
       INC     C  ……………………次のラインの指定
       DEC     E         ┐
       JR      NZ,GETKNL ┘16回くり返す
       LD      BC,3FFFH  ┐
       IN      A,(C)     │
       OR      40H       │読み出すフォントを右にする
       OUT     (C),A     ┘
       LD      BC,1400H
       LD      E,10H
GETKNR:        IN        A,(C)  ┐
       LD      (HL),A           │
       INC     HL               │漢字右フォントを16回読み込み,
       INC     C                │データをセーブする
       INC     E                │
       JR      NZ,GETKNR        ┘
       RET
       ;
DATA:  DS      32
       ;
       END
```

4-4　特殊画面制御

X1はパレット機能，プライオリティ機能，スーパインポーズなどの特殊画面制御機能を持っています．

X1turboになって，アンダーライン表示機能，黒色制御機能が追加されました．　さらにX1turboZでは，インターレース・スーパーインポーズ，ページスクロール，ビデオデータの取り込み，量子化コントロール，モザイクコントロール，クロマキーコントロールなどの画像処理機能が拡張されました．

4-4-1　パレット機能

(1)X1のパレット機能

パレット機能は，グラフィック画面に出力される色を，グラフィックV-RAMの内容を書き換えることなく瞬時に別の色に変える機能です．

パレット機能はパレット回路により実現されています．パレット回路は3個のデータセレクタICによって構成され，1個のデータセレクタICは，内部に8ビットのデータを持っていて，グラフィックV-RAMからこのデータセレクタに入力されるカラーコードによって，このうちの1ビットを画面へ出力しています．3個のデータセレクタICは，それぞれ画面に出力されるR・G・Bの3つの信号に対応しており，したがって，1つのカラーコードに対して，各データセレクタICから1ビットづつ計3ビットが，画面へのR・G・B信号として出力されます．

カラーコードと，それによって出力される各データセレクタのビットは，以下のようになります．

カラーコード	S_2 (G)	S_1 (R)	S_0 (B)	パレットコードのビット内容		
				G	R	B
0	0	0	0	(D_0) ①	(D_0) ②	(D_0) ③
1	0	0	1	(D_1) ①	(D_1) ②	(D_1) ③
2	0	1	0	(D_2) ①	(D_2) ②	(D_2) ③
3	0	1	1	(D_3) ①	(D_3) ②	(D_3) ③
4	1	0	0	(D_4) ①	(D_4) ②	(D_4) ③
5	1	0	1	(D_5) ①	(D_5) ②	(D_5) ③
6	1	1	0	(D_6) ①	(D_6) ②	(D_6) ③
7	1	1	1	(D_7) ①	(D_7) ②	(D_7) ③

表4-21 カラーコードとパレットコードのビット内容

一方，各データセレクタの保持している8ビットのデータは，書き換えることができるので，結局各カラーコードに対して，画面へ出力されるR・G・B信号の状態を任意に変えることができることになります．

それぞれのデータセレクタに値を設定するには，つぎのI/Oアドレスを使います．

パレット設定用I／Oポート

データセレクタＩＣ①(ＢＬＵＥ)……………I/Oアドレス 10＊＊H
データセレクタＩＣ②(ＲＥＤ)………………I/Oアドレス 11＊＊H
データセレクタＩＣ③(ＧＲＥＥＮ)…………I/Oアドレス 12＊＊H

パレット用I/Oポートに対するアクセスは出力のみ有効で，読み出すことはできないので注意して下さい．

以下にパレット設定プログラム例を示します．

リスト4-15 パレット設定プログラム例

```
PALSET  EQU   1480H
PALET   EQU   07H
COLOR   EQU   04H
KSENCG: LD    A, 1DH        ]BIOS ROMをアクティブに
        OUT   (00), A       ]
        LD    DE, PALET*256+COLOR ……Dにパレットコード, Eにカラーコードをセット
        CALL  PALSET
        LD    A, 1EH        ]BIOS ROMをノンアクティブに
        OUT   (00), A       ]
        RET
        ;
        END
```

なお，それぞれのデータセレクタには，初期値として以下の値が設定されています．

データセレクタＩＣ①(ＢＬＵＥ)……………ＡＡＨ
データセレクタＩＣ②(ＲＥＤ)………………ＣＣＨ
データセレクタＩＣ③(ＧＲＥＥＮ)…………Ｆ０Ｈ

(2)拡張パレット機能

(1)　拡張パレット機能の概要

X1turboZ では多色モードが新しく追加され，パレット機能も拡張されています．

グラフィックパレットは従来の機能の他に，パレットメモリとして内部パレットメモリと外部パレットメモリが追加されています．両者は多色モード時に使用され，表示モードによりその使い方が決まっています．

テキストパレットは次のような機能が追加されています．

コンパチモード・・・・・８色中８色表示
多色モード　　・・・・・64色中８色表示

内部パレットメモリ，外部パレットメモリは電源の立ち上げ時にハード的に初期化されます．ただし，この初期化は電源の立ち上げ時のみに行なわれ，前面のIPL SW を押しても初期化されません．

(2)　グラフィックパレット

拡張グラフィックパレットとして，内部拡張グラフィックパレットメモリと外部拡張グラフィックパレットメモリがあります．内部拡張グラフィックパレットメモリは12ビット×８ワード，外部拡張グラフィックパレットメモリは12ビット×4069ワードのメモリ容量を持っています．いずれのパレットメモリも CPU からの読み出し／書き込みが可能です．

また，コンパチモードのグラフィックパレットメモリは turboZ 以前の機種と同じ手順でアクセスすることができます．

●グラフックパレットのアクセス

多色モードのグラフィックパレットは内部と外部の２種類のパレットメモリがあります．内部パレットメモリは８ワード，外部パレットメモリは4096ワードあります．パレットメモリのアクセスは CPU からのアクセスと，CRT 表示データのアクセスの２種類があり，それぞれ以下のように対応しています．

パレットメモリーアドレス	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CPUアクセス	AB4	AB5	AB6	AB7	AB0	AB1	AB2	AB3	DB4	DB5	DB6	DB7
CRT表示アクセス	QHC 3	QHC 2	QHC 1	QHC 0	QHB 3	QHB 2	QHB 1	QHB 0	QHA 3	QHA 2	QHA 1	QHA 0

表4-22　外部パレットメモリーアクセス（4096色の場合）

ここで，パレットメモリアドレスとは外部メモリの物理的なメモリアドレスを意味します．また CPU アクセスの時のアドレスは，アドレスバスの下位８ビットとデータバスの上位４ビットで構成されています．CPU のアクセス時のアドレスとデータの関係は次のようになります．

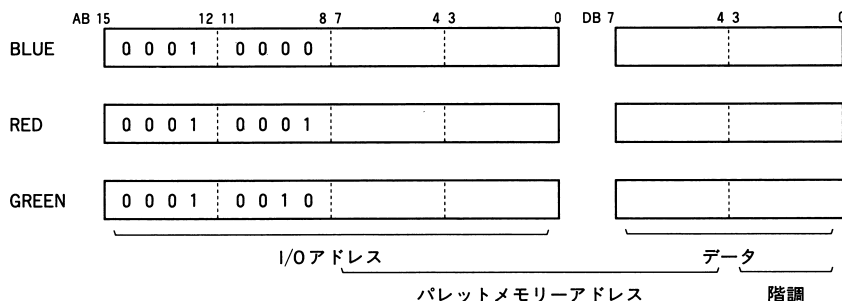



図4-27

パレットメモリのデータ(階調)を変更する場合は各色ごとに行う必要があります．BLUE, RED, GREENについてそれぞれ4ビットの階調があり，各々16種の色を表示できます．これにより，最大4096色の組合せが可能となります．

CRT表示アクセスの場合には，グラフィックデータに対応したメモリアドレスの内容が色調データとして出力されます．QHA0～3はBLUE, QHB0～3がRED, QHC0～3がGREENのデータとしてパレットメモリアドレスとなります．

拡張グラフィックパレットメモリのアクセスの一般の方法を次に示します．

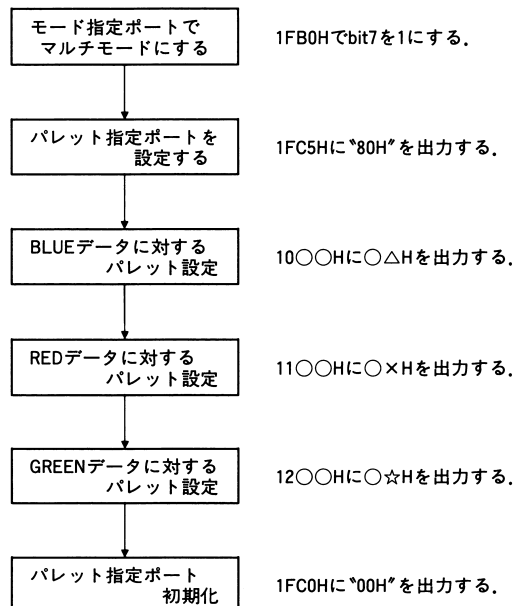
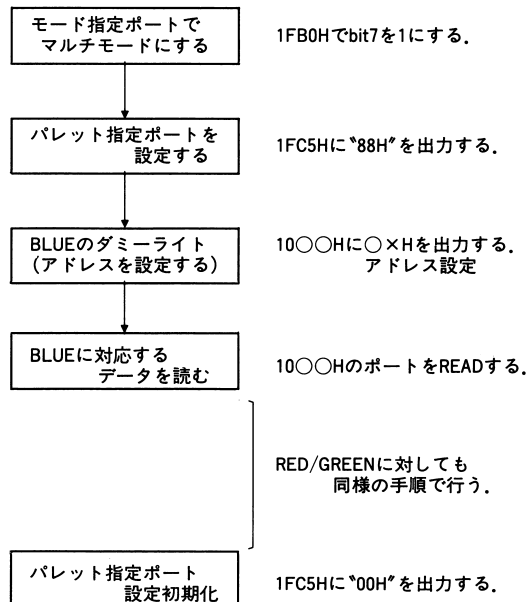



図4-28　　図4-29

●拡張パレットメモリのCPUアクセス

拡張パレットメモリはCPUから読み出し／書き込みすることができます．各表示モードにより表示できる色の数と，パレットメモリのアクセスできる領域(メモリアドレス構成)が異なります．

ここで，640×400モード時は，内部パレットメモリアドレスを使用するための8ワードの指定となります．この8ワードのメモリアドレスを選択するために，各色の先頭bit(BLUE：ビット0，RED：ビット4，GREEN：ビット8)が使用されます．他のビットは無意味です．

実際のCPUによるアクセスは読み出しと書き込みで若干異なっています．パレットメモリアドレスを設定する際，データ部の上位ビット(DB4～7)がアドレスの一部となっているため，パレットデータを書き込む時には，1回のOUT命令でB，R，Gいづれか1色のパレットデータを書き込むことができます．一方，読み出しの時にはまずOUT命令でアドレスを設定し，次にIN命令でパレットデータを読み込む必要があります．

パレットメモリにデータを書き込む例を示します．

・パレットメモリのF39H番地に，各色の階調を次のように設定するプログラム例です．

BLUE　3H
RED　AH
GREEN　7H

リスト4-16

```
BLPLT   EQU     1000H
REDPLT  EQU     1100H
GRPLT   EQU     1200H
PLTMOD  EQU     1FB0H
PLTPT   EQU     1FC5H
SETPLT: LD      BC, PLTMOD   ┐
        LD      A, 80H       │多色モードにする
        OUT     (C), A       ┘
        LD      BC, PLTPT    ┐
        LD      A, 80H       │パレットの書き込みモードにする
        OUT     (C), A       ┘
        LD      BC, BLPLT    ┐
        LD      A, 03H       │ブルーに階調'3'を書く
        OUT     (C), A       ┘
        LD      BC, REDPLT   ┐
        LD      A, 04H       │レッドに"'4'"
        OUT     (C), A       ┘
        LD      BC, GRPLT    ┐
        LD      A, 05H       │グリーンに"'5'"
        OUT     (C), A       ┘
        RET
        END
```

・パレットメモリの028H番地の値を読み出す例です．

リスト4-17

```
BLPLT   EQU     1000H
REDPLT  EQU     1100H
GRPLT   EQU     1200H
PLTMOD  EQU     1FB0H
PLTPT   EQU     1FC5H
```

```
RDPLT:  LD      BC, PLTMOD     ┐
        LD      A, 80H         │ 多色モードにする
        OUT     (C), A         ┘
        LD      BC, 1FC5H      ┐
        LD      A, 88H         │ パレットの読み込みモードにする
        OUT     (C), A         │
        LD      (HL), DATA     ┘
        LD      BC, BLPLT      ┐
        LD      A, 01H         │
        OUT     (C), A         │ ブルーのパレットデータを読み, セーブする
        IN      A, (C)         │
        LD      (HL), A        │
        INC     HL             ┘
        LD      BC, REDPLT     ┐
        LD      A, 01H         │
        OUT     (C), A         │ レッドのパレットデータを読み, セーブする
        IN      A, (C)         │
        LD      (HL), A        │
        INC     HL             ┘
        LD      BC, GRPLT      ┐
        LD      A, 01H         │
        OUT     (C), A         │ グリーンのパレットデータを読み, セーブする
        IN      A, (C)         │
        LD      (HL), A        │
        INC     HL             ┘
        RET
        ;
DATA:   DS      3
        ;
        END
```

●パレットメモリの初期設定値

拡張パレットメモリは電源投入時にハードで自動的に設定を行っています. 初期設定における外部パレットメモリおよび内部パレットメモリの値は次のようになっています.

パレット出力データ / パレットメモリ アドレス			11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0H	0H	0H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0H	0H	1H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	⋮							⋮						
F	F	D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
F	F	E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
F	F	F	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表4-23 外部パレットメモリ

パレット メモリ アドレス ＼ パレット出力データ			11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PA8	PA4	PA0												
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表4-24　内部パレットメモリ

外部パレットメモリを初期化するプログラムは次のようになります.

リスト4-18　外部パレットメモリを初期化するプログラム

```
PLTMOD  EQU   1FB0H
PLTPT   EQU   1FC5H
INTPLT: LD    BC,PLTMOD   ┐
        LD    A,80H       │ 多色モードにする
        OUT   (C),A       ┘
        LD    BC,PLTPT    ┐
        LD    A,80H       │ パレット書き込みモードにする
        OUT   (C),A       ┘
        LD    DE,0        ┐ BC,Hでパレット指定
        LD    BC,1000H    │ DEでパレットデータを指定
        LD    H,0         ┘
INTPL1: LD    B,10H       ┐
        LD    A,E         │
        AND   0FH         │ ブルーのパレットに書き込む
        OR    H           │
        OUT   (C),A       ┘
        INC   B           ┐
        LD    A,E         │
        RRCA              │
        RRCA              │
        RRCA              │ レッドのパレットに書き込む
        RRCA              │
        AND   0FH         │
        OR    H           │
        OUT   (C),A       ┘
        INC   B           ┐
        LD    A,D         │
        AND   0FH         │ グリーンのパレットに書き込む
        OR    H           │
        OUT   (C),A       ┘
        LD    A,H         ┐
        ADD   A,10H       │
        LD    H,A         ┘
        JR    NC,LOOP2
        INC   C
LOOP2:  INC   DE
        LD    A,D
        AND   0F0H        ┐ 4096回くり返す
        JR    Z,LOOP1     ┘
        RET
        END
```

●グラフィックRAMデータとパレットの関係

表示データはグラフィックデータからパレット機能部に入力されます．入力されるデータとして，QHA0～3，QHB0～3，QHC0～3の3系統あり，それぞれBLUE，RED，GREENに対応しています．それぞれのデータは各モードにより，その有効，無効のビットが決っています．その関係を下に示します．

	QHC 0	1	2	3	QHB 0	1	2	3	QHA 0	1	2	3
640×400	*	—	—	—	*	—	—	—	*	—	—	—
640×200	*	*	—	—	*	*	—	—	*	*	—	—
320×400	*	*	—	—	*	*	—	—	*	*	—	—
320×200	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2P P=0 320×200	*	*	—	—	*	*	—	—	*	*	—	—
2P P=1 320×200	—	—	*	*	—	—	*	*	—	—	*	*

*……有効
—……無効

表4-25

640×400の時は，内部パレットメモリを使用し入力されるデータ(QHA0，QHB0，QHC0)がメモリアドレスとなり，8色表示ができます．

640×400以外のモードはすべて外部パレットメモリを使用します．無効ビットに関しては，有効ビットを拡張してメモリアドレスを作り，外部パレットメモリをアクセスします．

(3) テキストパレット

テキストパレットは，テキストデータCEA，CEB，CEC(各々BLUE，RED，GREENに対応)から8通りのテキストパレットアドレスを発生します．

テキストパレットは8ワード×6ビットのメモリ構成になっており，アドレスを指定することにより，B，R，G各色に対して2ビット，計6ビットのデータを出力します．さらにこの2ビットを拡張して各色4ビットにして，合計12ビットを出力します．

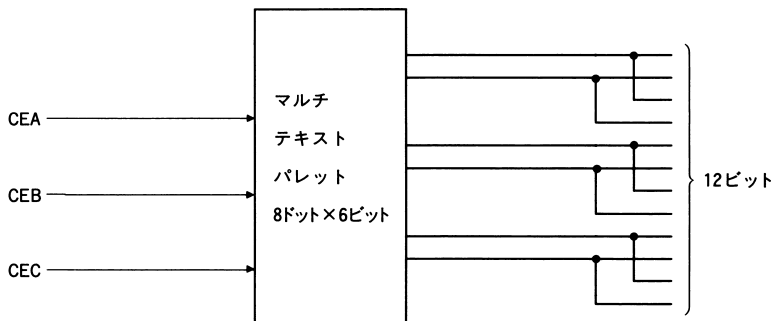



図4-30 テキストパレット機能の概念図

●テキストパレットのCPUアクセス

テキストパレットのI／Oアドレスは1FB8H～1FBFHとなり，パレットメモリのアドレスと1：1に対応しています．

I／Oアドレスとテキストパレットメモリアドレスの対応は次のようになります．

メモリーアドレス	0	1	2	3	4	5	6	7
I/Oアドレス	1FB8	1FB9	1FBA	1FBB	1FBC	1FBD	1FBE	1FBF

表4-26

※ただし，1FB8H番地についてはアクセスすることができません．1FB8H番地は常に〝0″に設定されています．

パレットメモリデータとCPU書き込みデータの関係は次のようになっています．

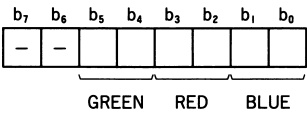



図4-31

このようにして書き込まれたデータは，各色ごとに拡張されて，以下のように12ビットの色調データを作り出します．

$B_4\ B_5\ B_4\ B_5$ (GREEN)　$B_2\ B_3\ B_2\ B_3$ (RED)　$B_0\ B_1\ B_0\ B_1$ (BLUE)

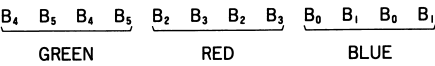



図4-32

テキストパレットをアクセスするには，通常のCPUのI／O命令を実行します．なお，このパレットはCPUから読み出し／書き込みが可能です．

例

```
LD    BC, 1FB0H  ┐
LD    A, 80H     │ 多色モードに設定.
OUT   (C), A     ┘
LD    BC, 1FB9H  ┐
LD    A, 31H     │ テキストパレットメモリにデータ書き込む
OUT   (C), A     ┘
```

●テキストパレットの初期化

テキストパレットは電源の立ち上げ時，ハードにより初期化されます．初期化の値は次のようになっています．

			11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
			GREEN				RED				BLUE			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表4-27 テキストパレットの初期値

4-4-2 アンダーライン表示機能

アンダーラインは，表示画面が低解像度の40(80)×20行，40(80)×10行モード，及び，高解像度の40(80)×20行モードのときに表示が可能で，1文字単位に指定することができます．

表示画面モードが25行モードおよび，12行モードのときにCRTCを設定しなおして，1画面あたりの行数を減らし，その分1行あたりのラスタ数を以下のように増やしたものが，20行モード，10行モードです．

	標準モード		アンダーライン表示モード	
	40(80)×25行	40(80)×12行	40(80)×20行	40(80)×10行
低解像度	8ラスタ／行	16ラスタ／行	10ラスタ／行	20ラスタ／行
高解像度	16ラスタ／行	32ラスタ／行	20ラスタ／行	

表4-28

アンダーライン表示モードでは，この増えたラスタ部分をつかってアンダーラインを表示します．

次に，アンダーラインを表示させる手順とそれぞれの過程での表示例を示します．

(1) 漢字の場合

①CRTC等を設定して，アンダーライン表示モードにします．これによって1行あたりのラスタ数が増えますが，その部分にはキャラクタの先頭部分が繰り返し表示されます．

②25(12)／20(10)行(画面管理用I／Oポート(1FD * H)ビット7)を〝1〟に設定します．これで，増えたラスタ部分のテキスト表示と，グラフィック画面の表示が停止され，アンダーライン表示用の空白部が確保されます．

③アンダーラインを表示させたい位置に対応する漢字テキスト用V-RAMのビット5(UNDER LINE信号)を〝1〟に設定します．これでアンダーラインが表示されます．

(2) テキストの場合

①CRTC等を設定して20行モードにします．1行のラスタ数は，8ラスタから2ラスタ増えて10ラスタ表示となります．増えた2ラスタには，キャラクタの先頭の部分がくり返し表示されます．

②25／20行切り換えビットをアクディブにします．これによって，増えた2ラスタの部分の表示がカットされ，行間にスペースができます．

③キャラクタ〝A〞のアンダーライン・ビットをアクティブにします．これによって，キャラクタ〝A〞の9ラスタ目にアンダーラインが表示されます．

また，アンダーラインデータは，表示が停止されているグラフィックデータの代わりに画面に表示されます．したがって，パレット回路を利用して表示色を変えることができます．実際には，アンダーラインデータは，グラフィックデータのBLUEとしてパレット回路に出力されています．よって，パレットレジスタを変更してBLUEを他の色に変えることによって，アンダーラインの表示色を変えることができます．

また，アンダーライン表示機能は，ディスプレイに対してのみ有効な機能で，プリンター等には出力されません．

4-4-3　プライオリティ機能

X1シリーズの表示画面は，テキスト画面とグラフィック画面からなっています．通常は，テキスト画面はグラフィック画面より優先的に表示されますが，プライオリティ機能は，この優先順位を変えることができる機能で，グラフィックの任意のカラー(複数)をテキスト画面に対して優先的に表示させることが出ます．

プライオリティ機能の原理を説明します．

プライオリティ回路は，データセレクタICとマルチプレクサICで構成されています．

データセレクタICは，グラフィックV-RAMからのカラーコードによって，内部にラッチされている8ビットのデータのうちから1ビットのデータをマルチプレクサに出力しています．

マルチプレクサICは，データセレクタから出力された1ビットのデータが〝1〞のときには，グラフィック画面のデータを，〝0〞のときには，テキスト画面のデータを画面に出力します．また，テキスト画面のデータがない場合には，グラフィック画面のデータを出力します．

したがって，データセレクタICにラッチされているデータのうち，カラーコードに対応したビットを〝1〞に設定することで，そのカラーコードを持ったグラフィックデータをテキスト画面

場合	S_2 (G)	S_1 (R)	S_0 (B)	Y_0	ビット内容	動作
0	0	0	0	D_0	0	テキストは，バック色より優先する．
1					1	テキストは，バック色と同じになる．
2	0	0	1	D_1	0	テキストは，青色より優先する．
3					1	青色はテキストより優先する．
4	0	1	0	D_2	0	テキストは，赤より優先する．
5					1	赤は，テキストより優先する．
6	0	1	1	D_3	0	テキストは，マゼンタより優先する．
7					1	マゼンタは，テキストより優先する．
8	1	0	0	D_4	0	テキストは，緑より優先する．
9					1	緑は，テキストより優先する．
A	1	0	1	D_5	0	テキストは，シアンより優先する．
B					1	シアンは，テキストより優先する．
C	1	1	0	D_6	0	テキストは，黄色より優先する．
D					1	黄色は，テキストより優先する．
E	1	1	1	D_7	0	テキストは，白色より優先する．
F					1	白色は，テキストより優先する．

表4-29　プライオリティの組合せ

より優先して表示させることができます.

以下に，データセレクタにラッチされたデータと優先順位の関係を示します.

データセレクタには，初期状態として00H，つまり，テキストがすべてのグラフィックカラーコードに優先して表示されるデータが設定されています.

優先順位の変更はシステムI/Oポートのプライオリティ設定用I/Oポート(13 * * H)を介して行います．例えば，グラフィック画面の青，マゼンダ，シアン，黄をテキスト画面より優先して表示したい場合，プライオリティ設定用I/Oポートに，(01101010) 2 =6AHを出力します.

4-4-4 黒色制御機能

(1) 概要

従来のX1では，テキスト画面では黒色の表示は不可能でした.

グラフィック画面では，プライオリティ機能で適当な色をテキスト画面より優先順位を高めて，パレットによって透明にすることによって，テキスト画面に対する黒色表示を可能にしていました．しかし，スーパーインポーズ時にはこの部分にもTV画面が写ってしまい，黒色は表示できませんでした.

一方，X1turbo，turboZでは，黒色制御機能を使うことにより，テキスト画面では，グラフィック画面とTV画面に対する黒色を，グラフィック画面では，テキスト画面とTV画面に対する黒色を表示することが可能になりました.

(2) X1turboの黒色制御機能

テキスト画面では，カラーコード0(透明)以外の7色のうちの任意の1色を指定して黒にすることができます．黒色制御回路は，指定された色とテキスト画面信号の色を比較し，一致した場合には，画面へのR・G・B出力信号を〝0〞にするとともに，スーパーインポーズからの画面出力信号もカットします．これにより，画面，スーパーインポーズ出力ともに黒を表示することが可能になりました.

グラフィック画面では，カラーコード0(透明)とカラーコード1(青)に限って，TV画面に対して黒を表示することができます.

また，黒色変換を使用して，コンピュータ画面のブランキング期間をTV画面に対して黒にすることもできます．これは，バック色が透明の時のみ可能です.

ただし，X1turbo専用ディスプレイ以外では，テキスト画面に対する黒色表示はできますが，TV画面を隠すことはできません．また，コンピュータのブランキング期間を黒色にすることもできません.

データ内容	コントロール内容	備　　　考
DB_0	テキスト　B	これらのデータで，黒変換する色を指定します.
DB_1	テキスト　R	
DB_2	テキスト　G	
DB_3	テキスト　黒	このビットがHで指定色を黒変換します.
DB_4	グラフィック　透明→黒変換	
DB_5	グラフィック　青→黒変換	
DB_6	コンピュータブランキング期間→黒変換	

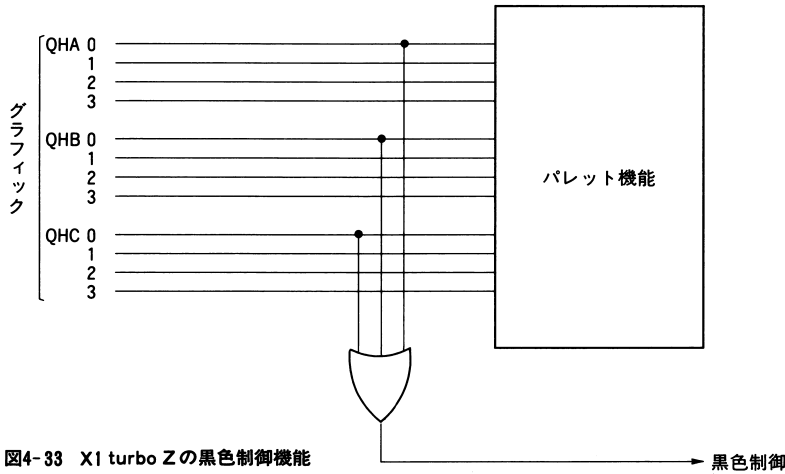
表4-30 黒色制御I/Oポート(I/Oアドレス1FE*H)の内容

黒色制御機能は，黒色制御I／Oポート(I／Oアドレス　1FE＊H)によってコントロールされます．各ビットの意味は以下のようになっています．

(3)　X1turboZの黒色制御機能

黒色変換制御の原理はコンパチモードと多色モードで変更されておりません．また，機能自身も変わっていません．ただし，turboZでは色表示が今までの8色から最大4096色表示まで拡張されているために，黒色制御機能の内容が変わっています．これは，グラフィックのデータが各1ビットデータから4ビットデータになったためです．

この概念図を下に示します．

図4-33　X1 turbo Zの黒色制御機能

つまり各色の最上位ビットにより黒色制御を行っているための階調が低いとき完全な透明色でない場合も，黒色制御機能が動作します．各表示モードと有効ビットの関係により，黒色制御が動作する範囲が決まります．

		QHA 0 1 2 3	QHB 0 1 2 3	QHC 0 1 2 3	黒色制御が動作する種類
	640×400	＊ − − −	＊ − − −	＊ − − −	1
	640×200	＊ ＊ − −	＊ ＊ − −	＊ ＊ − −	8
	320×400	＊ ＊ − −	＊ ＊ − −	＊ ＊ − −	8
2P＝OFF	320×200	＊ ＊ ＊ ＊	＊ ＊ ＊ ＊	＊ ＊ ＊ ＊	512
2P＝ON page＝0	320×200	＊ ＊ L L	＊ ＊ L L	＊ ＊ L L	8
page＝1	320×200	L L ＊ ＊	L L ＊ ＊	L L ＊ ＊	64

表4-31

たとえば，320×200モードで2画面モードのpage1は，黒色制御をONにすると画面がすべて黒になります．

なお，ソフト的なコントロールはコンパチモードと同じ方法で行うことができます．

4-4-5　スーパーインポーズ機能

(1)　概要

X1シリーズには，コンピュータ画面とTV等の画面を合成するスーパーインポーズ機能が装備されています．

X1では，画面の合成を2つの過程に分けて考えています．

1つ目の過程は，TV画面信号と，コンピュータの画面信号との同期をとる過程で，これで，専用ディスプレイ上での合成ができます．しかし，ここまでは，あくまでも専用ディスプレイ上での画面合成で，合成された画面を専用以外のディスプレイに表示させたり，VTR等に記録したりすることはできません．

次の過程では，実際にTV等の映像信号と，コンピュータの画像との合成画面，あるいはコンピュータのみの画像をNTSC信号に変換します．これで，合成画面がビデオ信号として出力されるので，合成された画面を専用以外のディスプレイに表示させたり，VTR等に記録したりすることができます．これには，専用のスーパーインポーズ回路を使います．

(2)　自動同期制御(ASC)回路

CRT画面で，一般放送やVTR，VHD，TVカメラ等のビデオ画像と，コンピュータ画像を合成するには，TV信号・ビデオ信号の水平・垂直同期信号に同期して，コンピュータの画像信号を送出しなければなりません．X1では，この過程を自動同期信号(ASC)回路によって行っています．

X1では，表示タイミング等をCRTCで作成しており，画像構成，水平・垂直同期信号，表示時間等は，画像表示の最小単位(1ドット)の周波数をCRTCで分周することで作られます．

そこで，まずCRTCで作られる同期信号の周期を，正規のNTSC規格の同期信号の周期より若干短めに設定しておきます．

スーパーインポーズにはいると，ASC回路内のデジタル・フェーズ・ディテクタで，CRTCからの同期信号と，外部からの同期信号との位相差を検出し，その差分の時間(MIX)，CRTCのクロック入力を停止しておき，CRTC側の同期の不足分を補うかたちで位相，周波数を合わせこんでいきます．

この補正動作は，同期信号の各周期ごとにおこなわれます．

ただし，高解像度モードのときは，水平同期信号の周期がNTSC規格のそれと大幅に違うため，スーパーインポーズ動作をおこなうことはできません．

自動同期制御(ASC)回路は，スーパーインポーズモードにはいると自動的に動作を開始します．スーパーインポーズの設定は，サブCPUにコマンドを送ることでおこないます．例を以下に示します．

(3)　スーパーインポーズ回路

自動同期制御回路でつくられたコンピュータの画像信号は，外部の映像信号と同期がとれているだけで，画像信号はR・G・B信号のままです．したがって，専用ディスプレイ上では，画面の合成ができますが，外部に合成画面として取り出すことはできません．

合成画面を外部に出力するには，この合成画面をNTSC信号に変換してから出力しなければなりません．これを行うのが，スーパーインポーズ回路です．

自動同期制御回路では，同期信号に，コンピュータの画像信号を同期させ，この同期させたコンピュータのR・G・B信号をスーパーインポーズ回路に送ります．

スーパーインポーズ回路に入力されたR・G・B信号から，輝度信号(Y)と色差信号(C)がつくられ，あらかじめ分離させておいたビデオ信号の輝度信号，色差信号とそれぞれ混合され，ふたたびNTSC規格の信号に合成されてから，ビデオ信号出力信号端子に出力されます．

このとき出力される信号は，NTSC規格の信号になりますので，ビデオ信号入力端子をもったディスプレイやモニター上に，合成画面を表示させることができます．また，ビデオ等に合成画面を記録しておくこともできます．

(4)　インターレース・スーパーインポーズ(turboZ)

・概要

X1turboでは，スーパーインポーズを行う場合に高解像度ではその機能を使用することはできませんでした．このため25行または20行表示の文字は8×8ドットの文字フォントを使用していました．このため，文字品位は16×8フォントの場合よりも劣るようになっていました．これを解決したのが，インターレース・スーパーインポーズ機能です．

これは，モニターのインターレース機能を利用して，みかけのライン数を2倍にする機能です．これにより，25行／20行表示の場合も16×8フォントを使用することができるようになりました．

表示文字数とフォントの関係は下の表のようになります．

	80×25	80×20	80×12	80×10	40×25	40×20	40×12	40×10	(キャラクタ)
通常のスーパーインポーズ	8×8	8×8	16×8	16×8	8×8	8×8	16×8	16×8	(ドット)
インターレーススーパーインポーズ	16×8	16×8	16×8	16×8	16×8	16×8	16×8	16×8	

表4-32

・設定方法

インターレース・スーパーインポーズ機能を利用する場合には，通常のスーパーインポーズの状態で，HIRES Siビット ON にします．

HIRES Siはモード指定ポート(1FB0H)のビット0に対応しています．

なお，インターレース・スーパーインポーズを行う場合には次のような点に注意してください．

1．turboZ 専用モニター を使用してください．
2．裏面の VideoIN にジャックを入れて前面パネルの VTR RECORD を ON にしたままで，ビデオ信号を入力しないという状態にはしないでください．

4-4-6　スクロール機能

(1)　X1turbo のスクロール機能

・概要

X1は，スーパーインポーズ時の特殊な画面制御機能として，スクロール機能をもっています．スクロール機能は，スーパーインポーズ時にコンピュータ画面のみを上下方向にスクロールさせる機能です．

・設定方法

スクロール機能を使用するには，まず8255②ポートC(コントロールレジスタI／Oアドレス1A03H)のビット4(スクロールON／OFF信号)を〝0〟にします．さらに，CRTCのレジスタ5(I／Oアドレス　1800H，1801H)を次の表に示した値に設定すると，スクロールします．

レジスタの値(10進数)	0←2←4←6	8→10→12→··············→30
スクロール方向 速度	上方向 速い←	下方向 →速い

表4-33 CRTC・レジスタ5の値とスクロールの関係

CRTC・レジスタ5には，0～31の値を設定することができますが，スクロール設定値としてはからなず偶数を指定してください．

また，スクロールを止めて画面をもとに戻すにはまず，8255②ポートC(コントロールレジスタ I/Oアドレス 1A03H)のビット4(スクロール ON/OFF信号)を〝1〟にします．次に，CRTC・レジスタ5(I/Oアドレス 1800H, 1801H)を，このレジスタに設定されていたもとの値に戻します．

以下に，スクロール設定プログラム例を示します．

リスト4-19 スムーズ・スクロール設定プログラム例

```
PIOADD  EQU   1A03H
CRTCAD  EQU   1800H
SSCRL:  LD    BC, CRTCAD  ┐
        LD    A, 05H      │
        OUT   (C), A      │ CRTC Reg#5に4を書き込む(上にスクロール)
        LD    A, 04H      │
        INC   BC          │
        OUT   (C), A      ┘
        LD    A, 08H      ┐
        LD    BC, PIOADD  │ 8255②ポートCのビット4をリセットする
        OUT   (C), A      ┘
        RET
        ;
        END
```

(2) X1turboZのスクロール

・概要

X1turboZスクロールには従来のスクロール動作の他に，1ページ(1画面)分のみスクロールをする1ページスクロールモードがあります．

スクロールには，スクロールアウト，スクロールインアウトの2つの機能があります．

スクロールアウトとはコンピュータ画面を表示している状態から上または下へ消えていくモードです．

またスクロールインアウトとは，コンピュータ画面が消えた状態からコンピュータ画面が上または下から表示を開始し，全画面を表示してからそのまま動いて消えていくモードです．

また，スクロール以外に画面全体を一度に消す機能も持ってます．

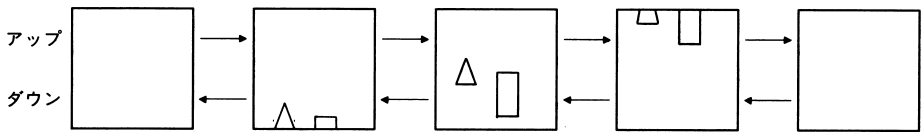



図4-34 スクロールイン・アウトモード

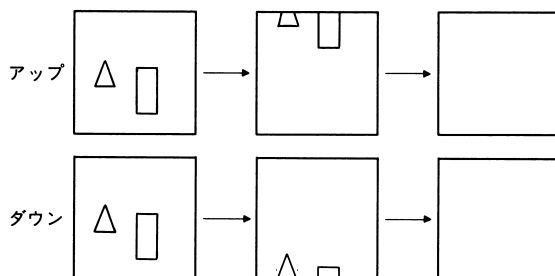



図4-35　スクロールアウト

・設定方法

次にスクロール指定ポートの説明をします．

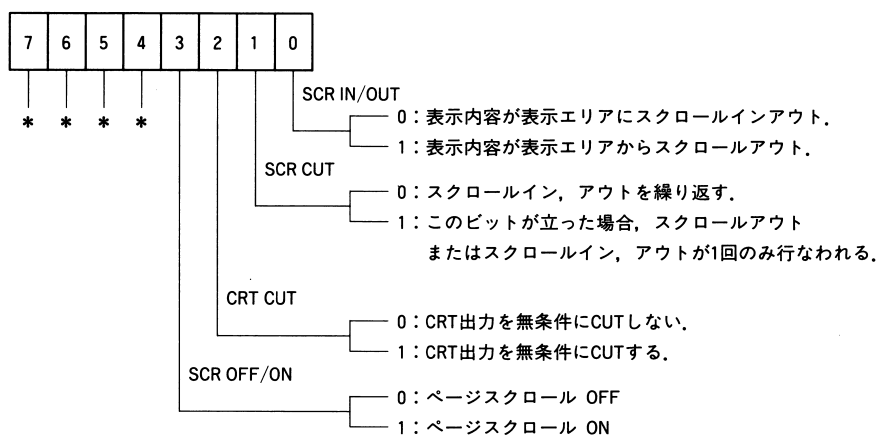



図4-36　スクロール指定ポート 1FC4H

このポートはコンパチ／多色いずれのモードでも有効です．D3が〝0″のとき，D2−D0ビットは無効となります．

スクロール停止モードに設定してからページスクロール指定ポート(1F4CH)に各モードに応じたデータを設定し，上または下へのスクロール命令を出すことによりページスクロールを行うことができます．

スクロールイン・アウトモードの設定方法

上方向へのスクロール

```
SCROLL  0              スクロール停止
OUT     1FC4H, 0AH     スクロールポート設定
SCROLL  X              スクロールスタート
                       X：スクロールスピード1～3
```

下方向へのスクロール

```
SCROLL  0
OUT     1FC4H, 0AH
SCROLL  -X
```

スクロールアウトモードの設定方法

上方向へのスクロール

SCROLL	0	スクロール停止
OUT	1FC4H，0BH	スクロール指定ポート設定
SCROLL	X	スクロールスタート
		X：スクロールスピード1～3

下方向へのスクロール

```
SCROLL  0
OUT     1FC4H，0BH
SCROLL  －X
```

4-4-7　画像処理

(1)　概要

turboZで追加された機能として，リアルタイムビデオデータの取り込み機能があります．なお，取り込み機能は低解像度時のみ有効です．

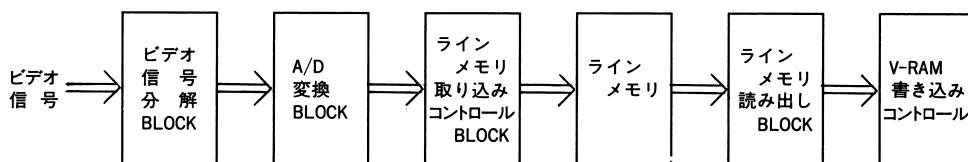



図4-37

ビデオ信号分解BLOCK：

テレビモニタ等の合成されたビデオ信号をB，R，Gの3つの信号に分解します．

A／D変換BLOCK：

B，R，Gの各アナログ信号をA／D変換して，各々4ビットのデジタル信号にするBLOCKです．

ラインメモリ取り込みコントロールBLOCK：

このBLOCKではA／D変換されたデータをラインメモリに書くために，メモリのコントロールを行うと同時に，入力されたデータの量子化および縦方向／横方向のモザイク化を行っています．

モザイクの大きさおよび量子化にはソフトコントロールが必要です．

ラインメモリ：

ラインメモリは910ワード分のデータ容量を持っているFIFOメモリです．

ラインメモリの読み出しBLOCK：

ラインメモリはFIFOの構成になっており，書き込みと読み出しは個々にコントロールすることができます．テレビモニター等のビデオデータを取り込んで，V-RAMに書き込む場合，ライン単位でずれが発生するため，読み出しBLOCKでそのずれ補正を行っています．

V-RAM書き込みコントロール：

V-RAMは通常のグラフィックデータと共有しているため，取り込みデータをV-RAMに書く

ためのコントロールが必要となります．ここでは，反転取り込み，クロマキーコントロール等を行っています．

取り込みコントロールをするためには，まずモードを多色モードにした後，表示モードを低解像度にして，その後取り込みイネーブルにする必要があります．

取り込みに関係して，ソフトでコントロールする必要のある部分は次の部分です．

・モザイクの大きさの指定
・量子化のビットコントロール
・取り込み位置の補正値の設定
・クロマキーコントロール
・反転取り込み

(2)　取り込み開始コントロール

通常取り込みを行う場合には，以下のポートにコントロールビットをセットする必要があります．

1)　モード指定ポート(1FB0H)

ビット3：　1・・・取り込み　ON　bit
ビット7：　1・・・多色モード

2)　スーパーインポーズ

80C49へE7H，1FHのコードを送信し，スーパーインポーズとします．
(E7H，1EH)

3)　画面管理ポート(1FD0H)

bit0：　0・・・低解像度にする(200ライン)．

以上の操作で取り込みは実行できますが，画面管理ポートをコントロールする場合には他の機能(表示機能)にも影響しますので注意して下さい．

(3)　量子化コントロール

量子化は，A／D変換された各色4ビットデータに対して量子化を行うコントロールブロックで，4種の量子化コントロールできます．この選択はプログラムで行います．4種類の量子化機能について入力データと，出力データの関係は次のようになっています．

入力データ	4ビット量子化	3ビット量子化	2ビット量子化	1ビット量子化
D3	D3	D1	D1	D0
D2	D2	D2	D0	D0
D1	D1	D1	D1	D0
D0	D0	D0	D0	D0

各量子化によって表示色は次のようになります．

4ビット量子化　4096色
3ビット量子化　512色
2ビット量子化　64色
1ビット量子化　8色

量子化コントロールは，1FC2H ポートの bit6，7 によって選択することができます．このポートは，モザイクコントロールと同じポートになっています．コントロールポートの内容については(4)モザイクコントロールで説明します．

なお，このポートは多色モードに設定されていればCPU で読み出し／書き込みが可能です．必要なデータビットをON にしてI／O 命令で出力するだけで機能をコントロールすることができます．

(4)　モザイクコントロール

モザイクの大きさのコントロールはX方向，Y方向それぞれ独自にその大きさを指定することにより行います．

・横方向のモザイク
　入力のドットクロックをコントロールすることにより行っています．

・縦方向のモザイク
　水平帰線信号(CHsync)により，ラインメモリのライトイネーブル信号をコントロールすることによって行っています．

・量子化およびモザイク化は，1FC2H ポートを次の表のようにコントロールすることにより行うことができます．

・量子化で b6，b7 が 0 の時は，4 ビット量子化となります．

量子化		Yモザイク			Xモザイク			
D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0	
0	0	0	0	0	0	0	0	通常取り込み
		0	0	1	0	0	1	2ドットモザイク
		0	1	0	0	1	0	4ドットモザイク
		0	1	1	0	1	1	8ドットモザイク
		1	0	0	1	0	0	16ドットモザイク
		1	0	1	1	0	1	32ドットモザイク
					1	1	0	64ドットモザイク
0	1							3bit階調
1	0							2bit階調
1	1							1bit階調

表4-34

(5)　画像取り込み位置補正

A／D コンバータにより出力されるR,G,B各4ビットのデータは,モニター表示用ドットクロックに同期してデジタル化されます．ビデオデータがA／D 変換されて，各ブロックを通り，表示ブロックに到達するまでに,相当のディレィが発生します.このため取り込みデータをモニターにそのまま表示しようとすると，どうしてもズレた表示になります．このため，このズレを補正するために1ライン分のメモリを置き，このズレを補正しようとするのが位置補正です．ただし，このラインメモリを置くことにより，実際の表示は1ライン下方に移動します．

ズレ補正は，ズレ補正ポートに補正値を設定することにより行うことができます．

ズレ補正ポートは 1FC1H で，補正値として 0H～FFH までの任意の値が設定できます．

turboZ では，水平方向のズレ補正値を以下のように設定すると正しく位置が補正できます．

40文字モードの時・・・・・40(10進)
80文字モードの時・・・・・48(10進)

ズレ補正が正しく設定されていないと，画面が左右にズレて表示されます.
ズレ補正の設定はI/O命令により行います.

プログラム例(80文字の時)

```
LD   BC, 1FC1H
LD   A, 48        ポート1FC1Hに48を出力する.
OUT  (C), A
```

(6) クロマキーコントロール

クロマキー機能は指定された色を透明色にする機能です.
クロマキー指定ポートは以下のようになっています.

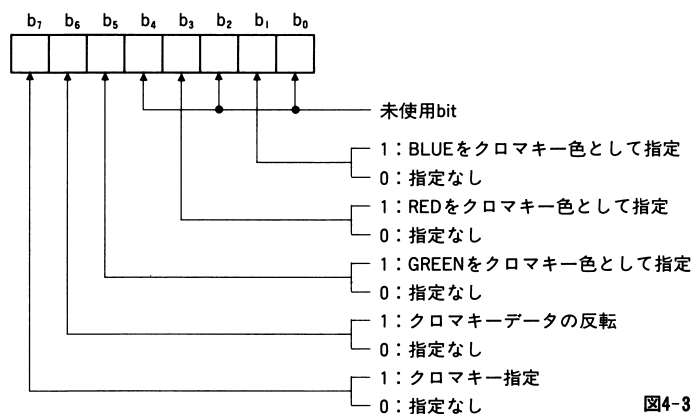



図4-38　&H1FC3

ビット7が0の時は，ビット6～ビット0はすべて無効となります．つまり，ビット7がクロマキー機能のマスターイネーブルの役目となります．ビット5，3，1は各色のイネーブルビットとなります．また，ビット6はクロマキーデータの反転を行うようになっています.
クロマキー機能は，各色のbit0について作用し，他のビットについては関係がありません.

(7) 反転機能

取り込みデータの反転機能は，取り込んだデータのbitの反転を行います.反転機能はラインメモリから読み出して，V-RAMに書く直前で行います．反転を行った場合と行わなかった場合は，それぞれ次のようになります.

入力データ	反転出力	非反転出力
D_0	$\overline{D_0}$	D_0
D_1	$\overline{D_1}$	D_1
D_2	$\overline{D_2}$	D_2
D_3	$\overline{D_3}$	D_3

表4-35

反転するか否かは，モード指定ポート(1FB0H)のビット2によってコントロールされます.

モード指定ポート(1FB0H)の内容

0・・・・取り込み反転しない.
1・・・・取り込み反転する.

第5章
サブCPU

5-1 サブCPU

5-1-1 サブCPUの構成

X1シリーズでは，メインCPUの負担を軽減するために，2つのワンチップCPUを搭載しています．これらのCPUは，キーボード，カセットなどのコントロールを行い，メインCPUはサブCPUに命令を送るだけで，各種の処理が行われるようになっています．

サブCPUとメインCPU周りの構成を，図5-1に示します．但し，この図はX1turbo model -20の場合で，機種によって構成は若干の違いがあります．

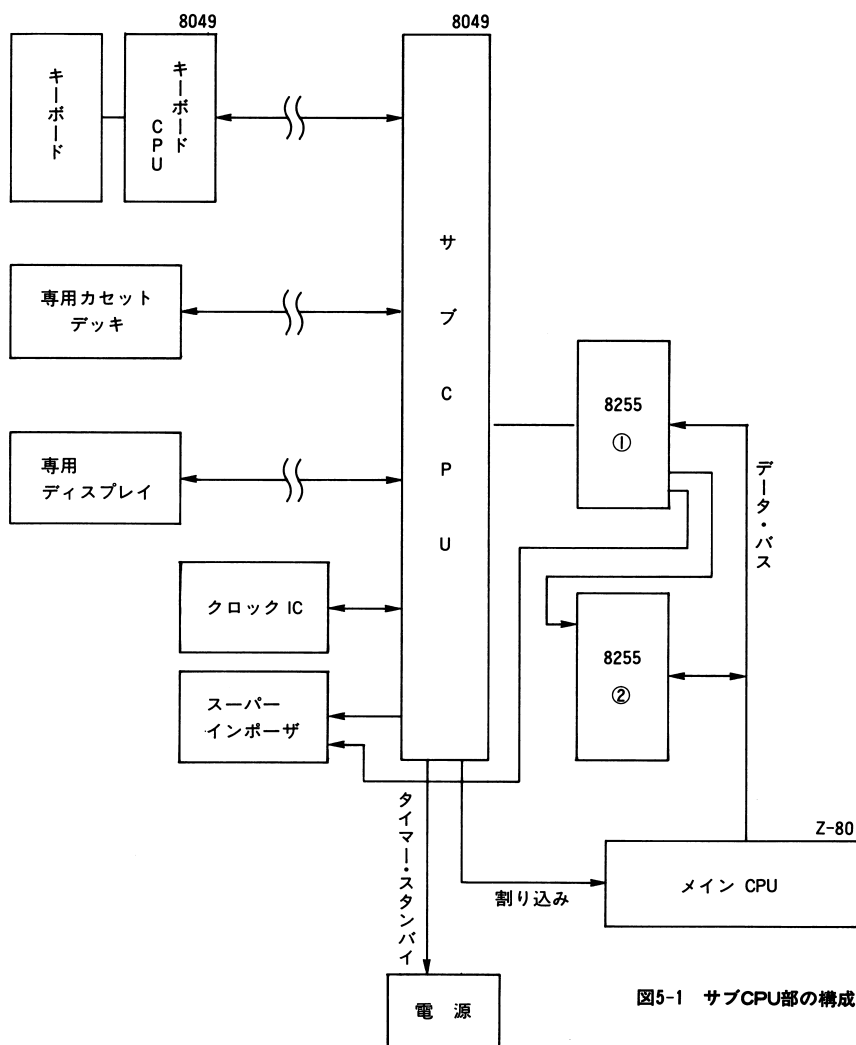



図5-1 サブCPU部の構成

ここで使われているCPU8049(80C49)は，8ビットのワンチップCPUで，2Kバイトの ROM，ワーク用のRAM，I/Oポートなどが内蔵されています．ROMには，サブCPUのコントロールプログラムが，ICの製造段階で書き込まれています．

ここでは，2つの8049を各々，キーボードCPU，サブCPUと呼ぶことにします(X1では，キーボードCPUは8048で，一部の機能に制限があります)．図5-1からもわかるように，これらのCPUは，以下のようなことを行っています．

(1) キーボードCPU

・キーボードをスキャンし，押されたキーのデータをサブCPUに送信

(2) サブCPU

・キーボードCPUからのデータ受信
・専用カセットデッキのコントロール
・タイマICの時刻データの読み書き
・メインCPUとのデータの受け渡し

サブCPUとキーボードCPUの電源は，メインCPU系統とは分離されています．フロントのスイッチがoffになっていても，後面パネルのスイッチが入っていれば，サブCPU系には電源が供給され，動作を続けます．このためフロントスイッチがoffであっても，キーボードを用いた各種のTVコントロールとTVタイマー機能は動作するのです．

サブCPUは，BASICを用いている限り，意識する必要はありません．しかし，マシン語を使って，I/Oを制御しようとするとどうしてもサブCPUとデータのやり取りを行わなければなりません．以降，サブCPUの使い方を説明していきます．

5-1-2 直接アクセスによるコマンドの送受信

サブCPUには，メインCPUと独立して動作しています．サブCPUに何かのコントロールを実行させたり，結果を受け取ったりするには，決められた手続きに従ってコマンドを送らなければなりません．サブとメインには，図5-1に示すように，2つの8255で接続されています．サブCPUとの通信に必要なI/Oポートは，以下に示す通りです．

・8255②ポートB(入力)

I/Oアドレス=1A01H
　ビット6：IBF(Input Buffer Full)
　　Lの時8049にデータを送っても良い
　ビット5：$\overline{\text{OBF}}$(Output Buffer Full)
　　Lなら8049からのデータがある

・8255①ポートA(サブCPUの管理下にある)

I/Oアドレス=1900H
　サブCPUとのデータの入出力

サブCPUと，直接データのやり取りをする場合は，データのぶつかり合いが起こらないように，IBFと$\overline{\text{OBF}}$の2本の制御線を用いて通信します．

(1) サブCPUにコマンドやデータを渡す場合
 1) IBFを読み込む
 2) IBFが1なら，0になるまで待つ
 3) データを1バイト1900Hに書き込む
 4) まだ送るデータがあるなら1)へ

(2) サブCPUからデータを読み込む場合
 1) $\overline{\mathrm{OBF}}$を読み込む
 2) $\overline{\mathrm{OBF}}$が1なら，0になるまで待つ
 3) データを1バイト1900Hから読み込む
 4) まだ読み込むべきデータがあるなら1)へ

サンプルプログラムをリスト5-1と5-2に示します．

リスト5-1 Z-80から80C49にデータを送る場合

```
GET49:    LD      BC,01A01H
GET49_1:  IN      A,(C)         ┐
          AND     040H          │80C49がデータを受け取れるまで待つ
          JR      NZ,GET49_1    ┘
          LD      BC,01900H
          LD      A,0E3H        ┐ゲームキーデータ送信要求コマンド
          OUT     (C),A         ┘
          RET
          ;
          END
```

リスト5-2 Z-80が80C49からデータを受け取る場合

```
RCV49:    LD      BC,1A01H
R49_1:    IN      A,(C)         ┐
          AND     20H           │80C49からデータが送られるまで待つ
          JR      NZ,R49_1      ┘
          LD      BC,01900H     ┐データを受け取る
          IN      A,(C)         ┘
          RET
          ;
          END
```

サブCPUとの通信は，このように送る手順が決っており，バイト数はコマンドの種類によって変ってきます．従って，サブCPUの実行状態と，メインCPUの要求が何かのはずみで食い違うと，サブ－メイン間の通信が不可能となり，システムがハング・アップする可能性があります．プログラムの起動直後など，サブCPUの状態が不明の時は，サブCPUの初期化を行う必要があります．このためのサブルーチンを，リスト5-3に示します．

リスト5-3 80C49を初期化する

```
S49RES  EQU     13E5H
INT49:  LD      BC,1A01H   ┐
        IN      A,(C)      │
        AND     10H        │
        JR      NZ,C49_1   │BIOS ROMがアクティブかどうか調べ，その状態をセーブする
        LD      A,1EH      │
        JR      C49_2      │
C49_1:  LD      A,1EH      │
C49_2:  PUSH    AF         ┘
```

```
LD      A, 1DH     ]ROMをアクティブに
OUT     (00H), A   ]
CALL    S49RES
POP     AF         ]ROMの状態を元に戻す
OUT     (00H), A   ]
RET
;
END
```

5-2 キー入力

5-2-1 キー入力の概要

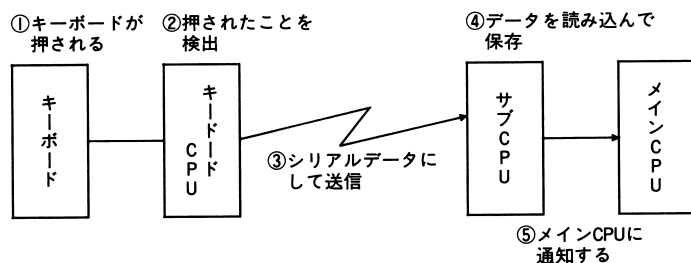



図5-2 キー・データの流れ

どのキーが押されたかというキーデータは，上の図に示すように伝達されます．キーボード用CPUは，すべてのキーを順次スキャンしており，新しく押されたキーや離されたキーを判定します．そして，キーの情報を直列のビット列にして，サブCPUに送ります．送る信号には，一般のキー入力に用いるモードA型の信号と，一度に複数のキーを読み取ることができるモードB型の信号があります．どちらの信号を使うかは，キーボード横のスイッチで選択します(X1には，モードBはありません)．サブCPUでは，送られてきた信号のパルスの幅から，モードを自動的に判別し，読み込みます．そして，その信号を基に現在のキーの状態を把握し，メインCPUからの要求があると，そのデータをメインCPUに渡します．

モードBで同時読み込みができるキーは，テンキーやスペースキーなどの24個のキーです．これを「ゲームキー」と呼びます．また，モードBでは，キーボードのカナ文字の配列が，JIS配列から五十音配列になります．

キーデータをメインCPUで受け取る方法には2通りあります．割り込み(インタープト)を使用する方法と，使用しない方法です．割り込みを使うと，キーを押した瞬間に，データを受け取ることができるので，キー入力に対しすぐに応答しなければならない場合に適します．逆に，割り込みを使わない方法では，必要なときだけキーの情報を見に行けば良いので，不必要なキー入力を無視することができます．また，プログラムも若干簡単になります．

5-2-2 キーボードの信号

キーボードから送られて来る信号は，何種類もの幅を持ったパルス列による特殊なものです．この信号は，メインCPUから直接読むことはできないので，その概要だけ説明します．

(1) モードA信号

キーボードからの信号は，図5-3のようになっています．ファンクションコード(1バイト目)は，データ(2バイト目)のデータの種類や各種シフトキーの内容を表しています．このファンクションコードの内容を，表5-1に示します．

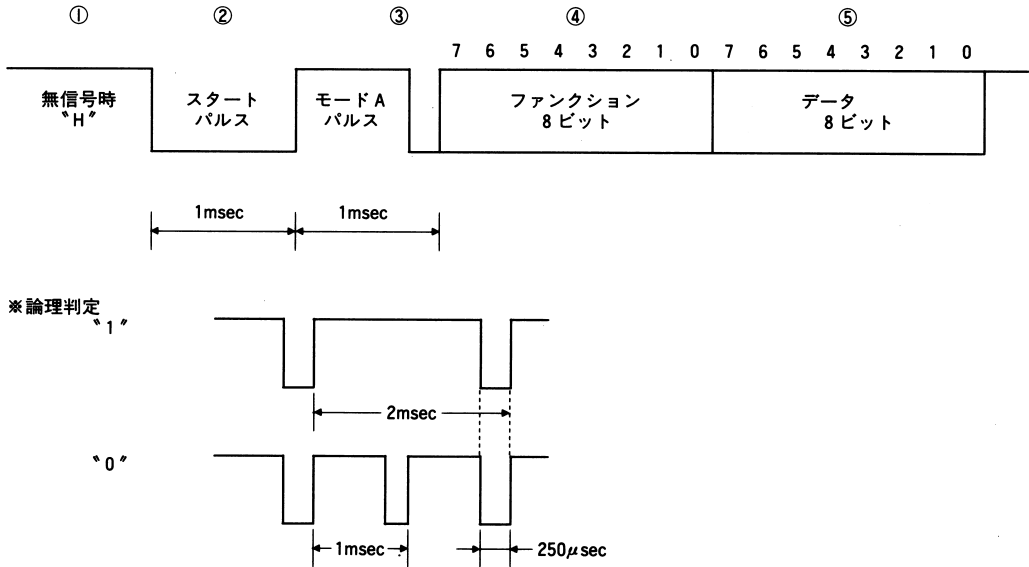



図5-3 モードA信号

	(MSB) 7	6	5	4	3	2	1	(LSB) 0
	ファンクション	キーデータ有効/無効	リピート	GRAPH	CAPS	カナ	SHIFT	CTRL
0	・テンキー ・ファンクションキー ・TVキー ・カセットキー	・データ・コード（8ビット）が有効である。	・リピート・データである。	・GRAPHキーが押されている。	・CAPSキーが押されている。（LOCKされている）	・カナキーが押されている。（LOCKされている）	・SHIFT キーが押されている。	・CTRLキーが押されている。
1	・上記以外	・データ・コード（8ビット）が無効である。	・1回目のデータである。	・GRAPHキーがはなされている。	・CAPSキーがはなされている。	・カナキーがはなされている。	・SHIFT キーがはなされている。	・CTRLキーがはなされている。

表5-1 ファンクションコード

(2) モードB信号

モードBでは，モードAで送られてくるのと同じキーデータの前に，3バイトのゲームキーデータが付くことがあります．この3バイト(24ビット)のゲームキーデータは，ゲームキーのいずれかが押されるか，離されたときに送られます．このデータによって，24種類のキーに限って同

時に読み取ることができます.

図5-4にゲームキー信号の内容を示します. 信号の各ビットは, 24種類のそれぞれのキーに対応していて, そのキーが押されている時は, そのビットが1に, 押されていないときは0になります. 各ビットとキーの対応表を, 表5-2に示します.

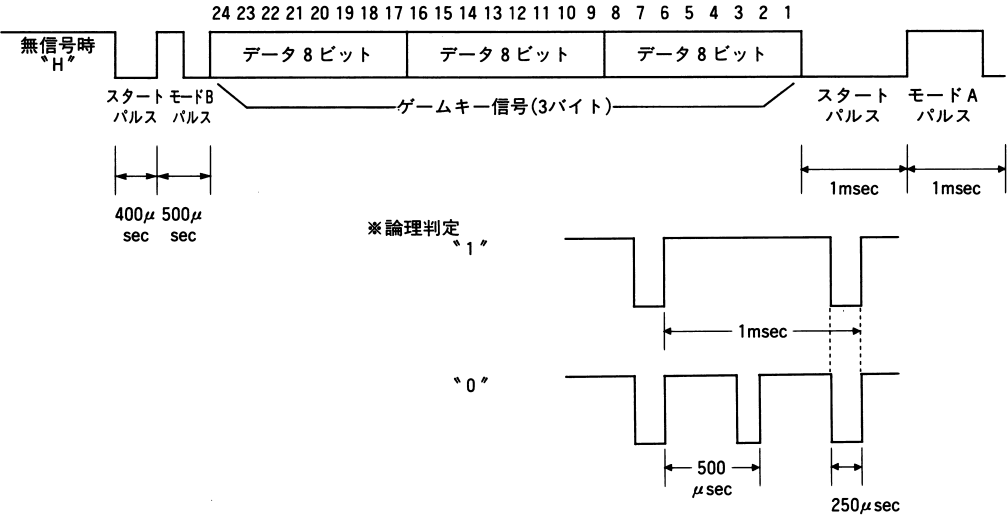
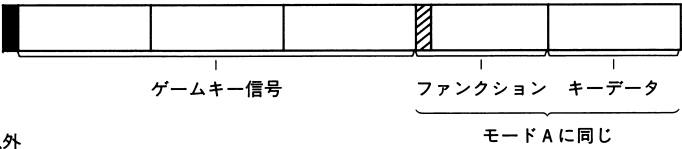
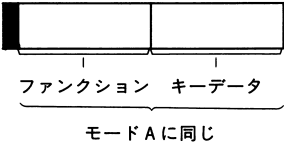



図5-4　モードB信号

ビット	1	2	3	4	5	6	7	8
キー	Q	W	E	A	D	Z	X	C

ビット	9	10	11	12	13	14	15	16
キー	7	4	1	8	2	9	6	3

（ビット9～16：テンキー）

ビット	17	18	19	20	21	22	23	24
キー	ESC	／	−	+	*	HTAB	スペース	RET

（ビット19～21：テンキー）

表5-2　ゲームキー信号の各ビットとキーの対応

5-2-3 割り込みを用いないキー入力

割り込みを用いるモードでも用いないモードでも，どちらのモードを使うかを，最初にサブCPUに宣言しておかなければなりません．このためのサブCPUのコマンドコードが，[E4H]です．

・サブCPUコマンド[E4H]

（キー入力割り込みのベクタアドレスセット）

メイン→サブ：E4，＜アドレス＞

サブ→メイン：なし

＜アドレス＞＝0の時，割り込みを使わないモードになる．

割り込みを使わない場合は，0E4Hに続いて00Hを送ります．そうするとサブCPUは，それ以降キー入力があっても，割り込みを起こしません．

実際にキーデータを読み込むには，コマンド[E6H]をサブCPUに送り，続いて2バイトサブCPUから読み込みます．この2バイトは，ファンクションコード1バイトと，押されたキーのASCII（アスキー）コード1バイトです．

・サブCPUコマンド[E6H]

（キーデータの読み込み））

メイン→サブ：E6

サブ→メイン：＜ファンクションコード＞，＜キーコード＞

＜ファンクションコード＞の内容は，表5-1に同じ

＜キーコード＞はASCIIコードに変換されている

リスト5-4 キー割り込みによらないキーデータ読み込みのサンプルプログラム

```
OT49SB  EQU     1413H
COMOUT  EQU     1432H
TAK49S  EQU     143BH
NKYIN:  LD      BC,1A01H      ┐
        IN      A,(C)         │
        AND     10H           │
        JR      NZ,NKIN1      │ BIOS ROMの状態を調べ，その状態をセーブする
        LD      A,01H         │
        JR      NKIN2         │
NKIN1:  LD      A,1EH         │
NKIN2:  PUSH    AF            ┘
        LD      A,1DH         ┐ ROMアクティブ
        OUT     (00H),A       ┘
        LD      A,0E4H        ┐
        CALL    COMOUT        │ キー割り込みを禁止する
        XOR     A             │
        CALL    OT49SB        ┘
        LD      A,0E6H        ┐
        LD      DE,KEYBUF     │ キー入力をバッファに受け取る
        CALL    TAK49S        ┘
```

```
          POP       AF          ]ROMの状態を元に戻す
          OUT       (00H), A    ]
          RET
          ;
KEYBUF:DS           2
          ;
          END
```

キーボードがモードBにセットされているときは，ゲームキーの状態を得ることができます．このときはコマンド[E3H]を使います．

・**サブCPUコマンド[E3H]**
(ゲームキーデータの読み込み))
メイン→サブ：E3
サブ→メイン：<ゲームキーデータ(3バイト)>

<ゲームキーデータ>の内容は，表5-2を参照

このコマンドは，キーボードがモードAでも動作しますが，返ってくるデータには意味がありません．必ずキーボードをモードBにして使用して下さい．

5-2-4　割り込みを用いたキー入力

X1シリーズでは，一般にZ-80CPUの割り込みモードをモード2にして使用します．モード2割り込みでは，割り込みが発生したときの処理ルーチンの先頭番地(エントリーアドレス)が書かれているアドレス(ベクタアドレス)を，CPUのIレジスタを上位8ビット，各I/Oデバイスの出力する値を下位8ビットとして指定します．そこでキー入力を割り込みで使うときは，割り込みベクタアドレスの下位8ビットを，あらかじめサブCPUにセットしておきます．このためのコマンドは，先ほど説明した[E4H]です．このコマンドに続いて，ベクタアドレスの下位8ビットを送ります．この値は0であってはなりません．0の場合，割り込みを使わない，という意味になってしまうからです．また，アドレスの最下位ビットは0でなければなりません．ベクタは，偶数番地から始めることになっているからです．

・**サブCPUコマンド[E4H]**
(キー入力割り込みのベクタアドレスセット)
メイン→サブ：E4,<アドレス>
サブ→メイン：なし

<アドレス>＝割り込みベクタアドレスの下位8ビット
　　　　　　　最下位ビットは必ず0でなければならない
<アドレス>＝0の時，割り込みを使わないモードになる

割り込み処理ルーチンでは，5-2-3で示したのと同様，コマンド[E6H]を使ってキーデータ

を読み込みます．普通のプログラムでは，得られたキーデータをメモリ上のバッファにセットし，必要とあればキー入力フラグを立て，EI(割り込み許可)命令を実行してリターンします．Z-80では，割り込みがかかると，自動的に割り込み禁止になりますから，EIを忘れると二度と割り込みがかからなくなります．サンプルプログラムをプログラム5-5に示します．

リスト5-5　キー入力割り込みによるキーデータ読み込みのサンプルプログラム

```
IN49SB  EQU     1408H
IKYIN:  PUSH    BC
        PUSH    DE
        PUSH    HL
        PUSH    AF
        LD      BC,1A01H       ┐
        IN      A,(C)          │
        AND     10H            │
        JR      NZ,IKIN1       │ BIOS ROMの状態をセーブ
        LD      A,1DH          │
        JR      IKIN2          │
IKIN1:  LD      A,1EH          │
IKIN2:  PUSH    AF             ┘
        LD      A,1DH          ┐ ROMアクティブ
        OUT     (00H),A        ┘
        CALL    IN49SB         ┐
        LD      L,A            │
        CALL    IN49SB         │ 80C49よりキーデータを受け取り，バッファにセーブする
        LD      H,A            │
        LD      (KEYBUF),HL    ┘
        POP     AF
        OUT     (00H),A
        POP     AF
        POP     HL
        POP     DE
        POP     BC
        EI
        RETI
        ;
KEYBUF: DS      2
        ;
        END
```

割り込み処理ルーチン内でゲームキーを読み込むときは，まず[E6H]のキー入力コマンドを実行し，キー入力データを受け取ってから[E3H]のゲームキー入力を行って下さい．

リスト5-6　キー割り込み中のゲームキー読み込み

```
IN49SB  EQU     1408H
TAK49S  EQU     143BH
GKYIN:  PUSH    BC
        PUSH    DE
        PUSH    HL
        PUSH    AF
        LD      BC,1A01H       ┐
        IN      A,(C)          │
        AND     010H           │
        JR      NZ,GKIN1       │ ROMの状態をセーブ
        LD      A,01DH         │
        JR      GKIN2          │
GKIN1:  LD      A,1EH          │
GKIN2:  PUSH    AF             ┘
```

```
        LD      A, 1DH          ] ROMアクティブ
        OUT     (00H), A        ]
        CALL    IN49SB          ] キーファンクションとASCII コードを読み込む
        CALL    IN49SB          ]
        LD      A, 0E3H         ]
        LD      DE, GKBUF       ] ゲームキーデータをバッファにセットする
        CALL    TAK49S          ]
        POP     AF              ] ROMを元の状態に戻す
        OUT     (00H), A        ]
        POP     AF
        POP     HL
        POP     DE
        POP     BC
        EI
        RETI
;
GKBUF:  DS      3
;
        END
```

5-3　専用モニター TV のコントロール

5-3-1　モードの切り換え

X1 シリーズの専用モニターには次の 4 つのモードがあり，X1 本体からのリモコン信号によって切り換えることができます．

1）テレビ画面のみ
2）コンピュータ画面のみ
3）スーパーインポーズ 1 (テレビとコンピュータ画面を重ねて表示．テレビのコントラストをダウンさせる)
4）スーパーインポーズ 2 (テレビとコンピュータ画面を重ねて表示．テレビのコントラストはダウンさせない)

これらのモード切り換えも，サブ CPU にコマンドを送ることによって行うことができます．このためのコマンドが[E7H]です．

・**サブ CPU コマンド[E7H]**
(専用モニターのコントロール)
メイン→サブ：E7, <コード>
サブ→メイン：なし

モード切り換えのためのコードには，X1 シリーズ共通の 1 ～ 5 バイトのものと，X1turbo 以降追加された 1 バイトのものがあります．これらのコードを表 5 - 3 に示します．1 ～ 5 バイトのコードでは，最初に 0E7H，05H を送って，テレビ画面に切り換えてからモード切り換えをするので，一瞬テレビ画面が写ります．

(a) X1(1～5バイト)

画面モード ＼ 送信コード(バイト数)	1	2	3	4	5	6
T V 画 面	E7	05				
コンピュータ画面	E7	05	E7	08		
スーパーインポーズ1 (コントラストダウン)	E7	05	E7	0F	E7	0A
スーパーインポーズ2 (コントラストノーマル)	E7	05	E7	0F		

コードはすべて16進数

(b) X1turbo以降(1バイト)

画面モード ＼ 送信コード(バイト数)	1	2
T V 画 面	E7	1C
コンピュータ画面	E7	1D
スーパーインポーズ1 (コントラストダウン)	E7	1E
スーパーインポーズ2 (コントラストノーマル)	E7	1F

コードはすべて16進数

表5-3 モニターのモード切り換えコード

リスト5-7 モニター画面をコンピュータ画面にするためのアクセス手順

```
OT49SB  EQU     1413H
COMOUT  EQU     1432H
CMDSP:  LD      BC,1A01H     ┐
        IN      A,(C)        │
        AND     10H          │
        JR      NZ,CMDPI     │ ROMの状態をセーブ
        LD      A,1DH        │
        JR      CMDP2        │
CMDP1:  LD      A,1EH        │
CMDP2:  PUSH    AF           ┘
        LD      A,1DH        ┐ ROMをアクティブに
        OUT     (00H),A      ┘
        LD      A,E7H        ┐
        CALL    COMOUT       │ 80C49にコマンドとデータを送る．画面モードを
        LD      A,1DH        │ コンピュータ画面に変更する
        CALL    OT49SB       ┘
        POP     AF           ┐ ROMを元の状態に戻す
        OUT     (00H),A      ┘
        RET
        ;
        END
```

5-3-2 コントロール

専用モニターでは，モード切り換えの他，チャンネル，音量などのコントロールがコンピュータ側から可能です．この制御にも，コマンド[E7H]を使います．このコマンドの後に，表5-4に示すコードを送ります．

内容＼送信コード(バイト数)	1	2
ボリュームアップ	E7	01
ボリュームダウン	E7	02
ボリュームノーマル(42/64階調)	E7	03
音声ミュート	E7	06
チャンネルアップ	E7	0B
チャンネルダウン	E7	0C
パワーオフ	E7	0D
パワーオン／オフ(トグル動作)	E7	0E
チャンネル1 ～ チャンネル12	E7	10 ～ 1B
パワーオン	E7	80

コードはすべて16進数

表5-4 モニターのコントロールコード

リスト5-8 モニター画面をスーパーインポーズ1モードにするためにアクセス手順

```
OT49SB  EQU     1413H
COMOUT  EQU     1432H
I1DSP:  LD      BC,1A01H      ┐
        IN      A,(C)         │
        AND     010H          │
        JR      NZ,I1DP2      │ ROMの状態をセーブ
        LD      A,1DH         │
        JR      I1DP2         │
I1DP1:  LD      A,1EH         │
I1DP2:  PUSH    AF            ┘
        LD      A,1DH         ┐ ROMをアクティブに
        OUT     (00H),A       ┘
        LD      A,E7H         ┐
        CALL    COMOUT        │ 画面モードをスーパーインポーズ1に変更
        LD      A,1EH         │
        CALL    OT49SB        ┘
        POP     AF            ┐ ROMを元の状態に戻す
        OUT     (00H),A       ┘
        RET
        ;
        END
```

5-4 専用カセットデッキのコントロール

5-4-1 カセットメカのコントロール

X1 シリーズの専用カセット(内蔵のものを含む)は，サブ CPU によってコントロールされています．メカのコントロールの他，カセットの有無，テープエンド，消去防止ツメなどのチェックもしています．カセットのコントロールをメイン CPU から行うには，コマンド[E9H]を使います．なお，サブ CPU が行うのは，メカニズム関係のみで，実際の信号の読み書きはメイン CPU から直接 I/O ポートを通じて行います．8255②の項(5－6－3)を参照して下さい．

・サブ CPU コマンド[E9H]
(カセットメカのコントロール)
メイン→サブ：E9，<コントロールコード>
サブ→メイン：なし

コントロールコードは 1 バイトです．その内容を表 5－5 に示します．ここで APSS とは頭出しのための状態で，ヘッドをテープにつけたまま早送りや巻き戻しを行います．このときの APSS 読み取り信号は，8255①(サブ CPU 側)に接続されています．

動　作	コントロールコード
EJECT	00
STOP	01
PLAY	02
FF	03
REW	04
APSS-FF	05
APSS-REW	06
REC	0A

表5-5 カセット・コントロール・コード

5-4-2 ステータスの読み出し

専用カセットを使用しているときは，サブ CPU から現在のカセットの状態を知ることができます．このためのコマンドとして，メカの状態を知る[EAH]とカセットの状態を知る[EBH]があります．

・サブCPUコマンド[EAH]
（カセットメカニズムの状態検出）
メイン→サブ：EA
サブ→メイン：<状態コード>
<状態コード>の見方は，表5-5を参照

・サブCPUコマンド[EBH]
（カセットの状態検出）
メイン→サブ：EB
サブ→メイン：<カセット状態コード>
<カセット状態コード>の見方は，図5-5を参照

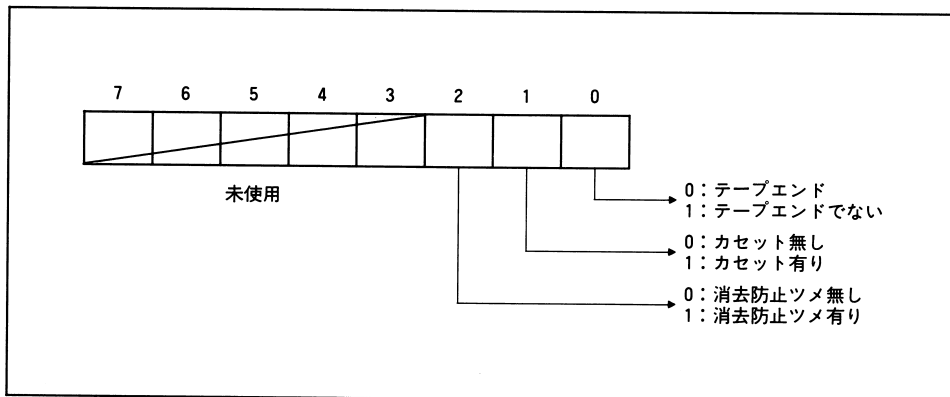



図5-5　カセット状態コード

カセットメカが動作中(PLAYやRECの状態など)にBREAKキー等が押されると，サブCPUは次のような動作を行います．

（1）BREAKキーが押された時
・カセットをSTOPする
・メインCPUのBREAKフラグ(8255② PB-0)をLにする
・キー入力割り込みをメインCPUにかける(割り込みが許可されている時)
・メインからのキー入力に対しては，キーコード03Hを返す

（2）カセットコントロールキーが押された時
・押されたキーに対応するカセットの動作を行う
・メインCPUのBREAKフラグ(8255② PB-0)をLにする

リスト5-10　カセットメカのコントロール

```
OT49BS  EQU     1413H
COMOUT  EQU     1432H
TCCTR:  LD      BC, 1A01H      ┐
        IN      A, (C)         │
        AND     10H            │
        JR      NZ, TCCT1      │ ROMの状態をセーブ
        LD      BC, 1D00H      │
        JR      TCCT2          │
TCCT1:  LD      BC, 1E00H      ┘
TCCT2:  LD      A, 1DH         ┐ ROMをアクティブ
        OUT     (00H), A       ┘
        LD      A, 0E9H        ┐
        CALL    COMOUT         │ カセットストップコード送信
        LD      A, (01H)       │
        CALL    OT49SB         ┘
        OUT     (C), A ………………………ROMを元に戻す
        RET
        ;
        END
```

リスト5-11　カセットメカの状態の読み出し

```
IN49SB  EQU     1408H
COMOUT  EQU     1432H
RCCTR:  LD      BC,  1A01H     ┐
        IN      A, (C)         │
        AND     10H            │
        JR      NZ, RCCT1      │ ROMの状態をセーブ
        LD      BC, 1D00H      │
        JR      RCCT2          │
RCCT1:  LD      BC, 1E00H      ┘
RCCT2:  LD      A, 1DH         ┐ ROMをアクティブに
        OUT     (00H), A       ┘
        LD      A, 0EAH        ┐ カセット状態読み出し
        CALL    COMOUT         ┘
        CALL    IN49SB
        LD      (RCCBF), A
        OUT     (C), A ………………………ROMを元に戻す
        RET
        ;
RCCBF:  DS      1
        ;
        END
```

5-4-3　カセットテープのフォーマット

カセットに記録されているデータの読み書きは，メインCPUがI/Oポートを通して直接行います．カセット関係のI/Oポートは，以下の通りです．

・8255②ポートB(入力)

I／Oアドレス=1A01H

　　ビット1：READ　DATA

　　　　　　カセットからの読み込み信号

・8255②ポートC(出力)

I／Oアドレス=1A02H

　　ビット0：WRITE　DATA

　　　　　　カセットへの書き込み信号

カセット書き込み用のポートC出力は，他のコントロール出力と共通ですから，カセット出力に必要なビット0以外は変更しないように注意しなければなりません．このためには8255のビットセット・リセット機能を使用します．

さて，X1シリーズの標準フォーマットでは，信号にシャープPWM方式という変調方式が使用されています．PWM(Pulse Width Modulation：パルス幅変調)では，パルスの幅を変化させて情報を記録します．パルスの1サイクルが250μsなら0，500μsなら1となっています．読み込むときは，波形がHになってから185μs後の状態を調べ，このときHなら1，Lなら0と判断します．

読み書きは1バイトを単位として行われます．パルスの形式と，1バイトの構成を図5-6に示します．

● 1ビットの信号

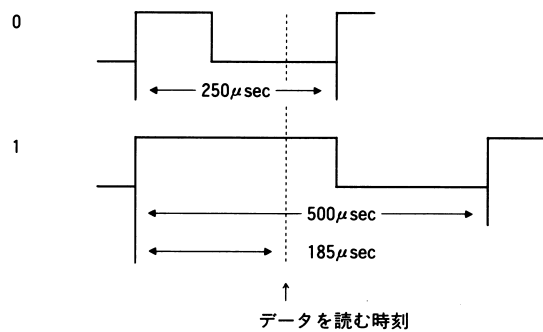
0

250μsec

1

500μsec

185μsec

データを読む時刻

● 1バイトの構成

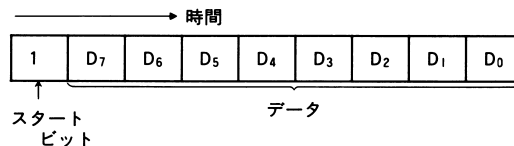



図5-6　シャープPWM方式

X1シリーズのテープフォーマット(論理フォーマット)は，インフォメーションブロックとデータブロックの2つに大きく分けられます．各ブロックの最後にはデータの総和を取った2バイトのチェックサムがつきます．全体では，まず8秒間の無録音部分，インフォメーションブロック，そしてデータブロックと続きます．また，データブロックについては，データが連続してベタで記録される「連続セーブ」と256バイトずつのブロック毎に区切って記録する「ブロッキングセーブ」があります．

BASICでは，プログラムのセーブに連続セーブ，データファイルやASCIIセーブにはブロッキングセーブを使っています．フォーマットの詳細を図5-7に示します．

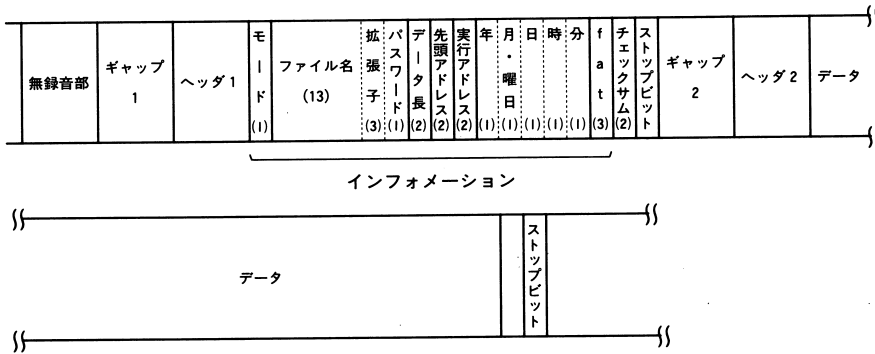
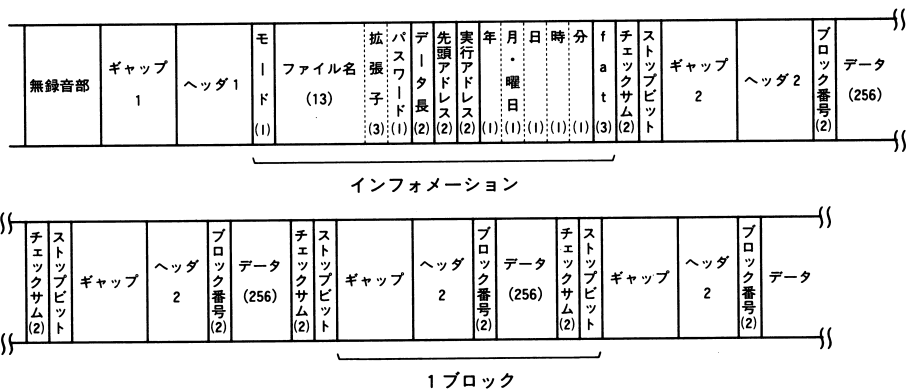



図5-7 テープの論理フォーマット

5-5 タイマーのコントロール

5-5-1 時刻の設定と読み出し

サブCPUには，タイマーIC(μPD1990)が接続されており，日付や時刻の読み出し，書き込みをメインCPUから行うことができます．タイマーICは，ニッカド(充電式)電池でバックアップされており，本体の電源が切れても時を刻み続けます．ただし，「年」の情報だけはサブCPUがカウントしているため，本体背面のメインスイッチを切ると「年」情報は無くなってしまいます．

日付，時刻の読み出し，書き込みのサブCPUコマンドは次の通りです．

・サブCPUコマンド[ECH]

(日付の設定)

メイン→サブ：EC, <日付データ(3バイト)>

サブ→メイン：なし

・**サブCPUコマンド[EDH]**
(日付データの読み出し)
メイン→サブ：ED
サブ→メイン：<日付データ(3バイト)>

・**サブCPUコマンド[EEH]**
(時刻の設定)
メイン→サブ：EE, <時刻データ(3バイト)>
サブ→メイン：なし

・**サブCPUコマンド[EFH]**
(時刻データの読み出し)
メイン→サブ：EF
サブ→メイン：<時刻データ(3バイト)>

日付データ，時刻データはどちらも3バイトのブロックになっています．これらのデータの構成を次頁に示します．

リスト5-12 カレンダー時計から日付と日時を読み出してメモリーに書き込む

```
TAK49S  EQU    143BH
RCCLD:  LD     BC, 1A01H    ┐
        AND    10H          │
        JR     NZ, RCCL1    │
        LD     BC, 1D00H    │ ROMの状態をセーブ
        JR     RCCL2        │
RCCL1:  LD     BC, 1E00H    │
RCCL2:  PUSH   BC           ┘
        LD     A, 1DH       ┐ ROMをアクティブに
        OUT    (00H), A     ┘
        LD     DE, CLBUF
        LD     A, 0EDH ………………日付読み出しコマンド
RCCL3:  PUSH   AF
        CALL   TAK49S       ┐
        INC    DE           │ データをバッファにセーブ
        INC    DE           │
        INC    DE           ┘
        POP    AF
        ADD    A, 02H ……………………=EF 時刻読み出しコマンド
        JR     NC, RCCL3
        POP    BC           ┐ ROMを元の状態に戻す
        OUT    (C), A       ┘
        RET
        ;
CLBUF:  DS     6
        ;
        END
```

●データの形式

項　目	デ　ー　タ　説　明
年	ビット 7 6 5 4 3 2 1 0 10の位（ビット7～4）　1の位（ビット3～0） （注1）　00年～99年の値をそのまま指定して下さい。
月，曜日	ビット 7 6 5 4 3 2 1 0 月（ビット7～4）　＊（ビット3）　曜日（ビット2～0）　＊印は無効ビット （注2）　月：(1)H(1月)～(C)H(12月)までの値を指定して下さい。(0)Hを指定すると無効(XX)となります。 曜日：(0)H(日)～(6)H(土)までの値を指定して下さい．
日	ビット 7 6 5 4 3 2 1 0 10の位（ビット7～4）　1の位（ビット3～0） （注3）　10の位：(0)～(3)Hまでの値を指定して下さい。 1の位：(1)～(9)Hまでの値を指定して下さい。
時	ビット 7 6 5 4 3 2 1 0 10の位（ビット7～4）　1の位（ビット3～0） 10の位：(0)～(2)Hまでの値を指定して下さい。 1の位：(0)～(9)Hまでの値を指定して下さい。
分	ビット 7 6 5 4 3 2 1 0 ＊（ビット7）　10の位（ビット6～4）　1の位（ビット3～0）　＊印は無効ビット （注4）　10の位：(0)～(5)Hまでの値を指定して下さい。 1の位：(1)～(9)Hまでの値を指定して下さい。
秒	ビット 7 6 5 4 3 2 1 0 ＊（ビット7）　10の位（ビット6～4）　1の位（ビット3～0）　＊印は無効ビット

図5-8　日付，時刻データの構成

5-5-2　テレビタイマーの設定と読み出し

X1シリーズには，最大7回まで設定できるテレビタイマーコントロール機能があります．これらはサブCPUが行っているので，本体のフロントン電源がoffでも動作します．

テレビタイマーに関するサブCPUコマンドコードは，[D1H]～[D7H](設定)と[D9H]～[DFH](読み出し)の14個で，コードによって7つのタイマの選択を行います．

・サブCPUコマンド[D1H]～[D7H]
(テレビタイマーの設定)
メイン→サブ：[コマンド]，<タイマーデータ(6バイト)>
サブ→メイン：なし

・サブCPUコマンド[D9H]～[DFH]
(テレビタイマーの設定状態の読み出し)
メイン→サブ：[コマンド]
サブ→メイン：<タイマーデータ(6バイト)>

コマンドの一覧表を表5-6に，タイマーデータの構成を図5-9と表5-7に示します．

TIMER番号	設定コード	読出しコード
1	D1	D9
2	D2	DA
3	D3	DB
4	D4	DC
5	D5	DD
6	D6	DE
7	D7	DF

コードはすべて16進数

図5-6　タイマー番号と送信コードの対応

6バイト

コントロール対象及びインターバル	コントロール内容	分	時	月 ┆ 曜日	日
1	2	3	4	5	6

図5-9　タイマーデータの構成

項目	データ説明
コントロール対象及びインターバル	(see below)
コントロール内容	(see below)

コントロール対象及びインターバル

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	タイマー有無		インターバル(1～59分)					

ビット内容 7	ビット内容 6	機能
0	0	タイマー無効
1 1	0 1	未使用
0	1	タイマー有効

※インターバルタイマーとは，あるタイマーが動作してから指定された時間間隔（1～59分)が経過したら，再び同じ動作を行うタイマーです。

コントロール内容

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
		0	0					
	↓	システムビット		TVコントロール内容コード				

ビット7	内容
0	TV ONのコードは出力しない。
1	TVパワーONしたのち，0～4ビットのコードをTVへ送ります。

全コントロール内容とその設定データコードを下表に示します。
希望のコードを設定して下さい。(00) Hの場合，タイマー動作をしません。

コントロール内容	データコード(Hex)
ボリュームアップ	01
ボリュームダウン	02
ボリュームノーマル	03
音声ミュート	06
チャンネルアップ	0B
チャンネルダウン	0C
パワーオフ	0D
パワーオン／オフ（トグル動作）	0E
チャンネル 1 ∫ チャンネル 12	10 ∫ 1B
パワーオン	80
パワーオン──→ボリュームアップ	81
パワーオン──→ボリュームダウン	82
パワーオン──→ボリュームノーマル	83
パワーオン──→音声ミュート	86
パワーオン──→チャンネルアップ	8B
パワーオン──→チャンネルダウン	8D
パワーオン──→チャンネル 1 ∫ パワーオン──→チャンネル 12	90 ∫ 9B

項目	内容
分	ビット 7 6 5 4 3 2 1 0 [＊][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]　＊印は無効ビット ビット6〜4：10の位　ビット3〜0：1の位 （注1）設定値として(00)H〜(7F)Hまで取り得ますが，(00)H〜(59)H(0分〜59分)以外の値を指定した場合，そのタイマー動作について保障できません。この項を無効にはできません。
時	ビット 7 6 5 4 3 2 1 0 [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] ビット7〜4：10の位　ビット3〜0：1の位 （注2）設定値として(00)H〜(FF)Hまで取り得ますが，(FF)Hを書き込んだ場合のみ，自動的に時間の項が無効(XX)となります。また25H(25時)以上の値を指定した場合，そのタイマー動作について保障できません。
月，曜日	ビット 7 6 5 4 3 2 1 0 [ ][ ][ ][ ][＊][ ][ ][ ]　＊印は無効ビット ビット7〜4：月：1〜12月　ビット3〜0：曜日 （注3）　月：13〔(D)H〕未満のBCD値を指定する。(0)Hのときは無効(XX)となります。 曜日：全ビットが“0”になる(7)H又は(F)Hを指定すると，自動的に曜日の項が無効(XXX)になります。
日	ビット 7 6 5 4 3 2 1 0 [ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ] ビット7〜4：10の位　ビット3〜0：1の位 （注4）　BCDの値を指定します。(32)H以上の値を書き込めますが，そのときのタイマー動作は保障できません。(00)Hの場合，日の項は無効(XX)となります。

設定値（H）	曜　日
0 or 8	SUN
1 or 9	MON
2 or A	TUE
3 or B	WED
4 or C	THU
5 or D	FRI
6 or E	SAT
7 or F	XXX

表5-7　タイマーコントロールバイト(6バイト)の各ビットの内容

リスト5-13　テレビタイマーの設定例

```
TAK49S  EQU     143BH
STTMR:  LD      BC,1A01H   ┐
        AND     10H        │
        JR      NZ,STTM1   │
        LD      BC,1D00H   │ BIOS ROMの状態をセーブ
        JR      STTM2      │
STTM1:  LD      BC,1E00H   │
STTM2:  PUSH    BC         ┘
        LD      A,1DH      ┐ ROMアクティブ
        OUT     (00H),A    ┘
```

```
         LD      DE, TMBUF
         LD      A, 0D1H      ]80C49へタイマーセットコマンドを送信
         CALL    TAK49S       ]
         POP     BC           ]ROMを元の状態に戻す
         OUT     (C), A       ]
         RET
         ;
TMBUF:   DB      1 ····················タイマー番号
         DB      40H, 96H
         DB      17H, 00H, 7DH, 26H
         ;
         END
```

5-5-3 タイマー用IC

X1シリーズに使われているμPD1990は，カレンダ機能，クロック機能を持ったICです．サブCPUとは，40ビットのシリアルデータの形でデータの入出力を行います．このICは，充電式電池によってバックアップされており，本体の電源を切っても動作します．電池の充電は，サブCPUの電源系統を使って行われており，従ってフロントの電源スイッチがoffであっても，背面のメインスイッチが入っていれば，電池の充電が行われます．

このICは，データの読み書きをしていない時，DATA OUT端子から1Hzの信号を出力しています．この信号は，画面のブリンク用に使われています．

5-6 PPI(8255)

X1シリーズでは，メインCPUとサブCPUに1つずつ，PPIと呼ばれるI/Oデバイスが接続されており，メイン←→サブCPU間の通信や，各種のI/O制御に使われています．サブCPUに接続された方のPPIを8255①，メインCPUに接続された方を8255②と呼びます．

5-6-1 PPIの概要

8255PPIは，インテル社が開発し，世界で広く使われているパラレル入出力用のLSIです．このLSIには24本の入出力端子(ポート)があり，これらは8本づつ3組に分けてポートA，ポートB，ポートCと呼ばれます．各ポートは，入力にするか出力にするか，データ転送にハンドシェイク法を使うかどうか，などがCPUからのプログラムによって決められるようになっています．また，データが入力された時に割り込みをかけたり，ポートCの出力を1ビットづつセット，リセットする機能もあります．図5-10に，8255②の機能設定などに使われるコントロールレジスタの内容を示します．なお，8255①はサブCPUの管理下あるのでメインCPU側から操作することはできません．

8255の初期設定は，X1シリーズの場合，リセット時にIPLによって行われています．初期設定は，ハードウェアと密接な関係があり，設定を勝手に変更したりしてはいけません．

さて，8255には大きく分けて3つのモードがあります．

・モード0

単純な入力か出力しかしないモードです．8ビットの入出力ポート2個(ポートA，ポートB)と，4ビットの入出力ポート2個(ポートCの上位4ビット，下位4ビット)をそれぞれ，入力にするか出力にするか決めることができます．

・モード1

8ビットのデータを，3本のコントロールラインを使ったハンドシェイクと呼ぶ方法で転送します．コントロールラインにはポートCの一部が使われます．

・モード2

モード2はポートAだけが指定できます．このモードを指定するとポートAは，8ビットの入出力兼用線となります．ポートCの内5本がコントロールラインとなり，ハンドシェイクによるデータ転送を制御します．サブCPUとのコマンド送受信の項で，IBF(Input Buffer Full)，OBF(Output Buffer Full)というフラグが出てきましたが，実はこの5本のコントロールラインの一部なのです．

X1シリーズでは，サブCPUの管理下にある8255①のポートAがモード2に設定され，メインCPUとの通信に使われている他は，すべてモード0の単純入出力になっています．入力，出力の設定の様子を表5-9に示します．先に述べたように，これらの設定をプログラムで勝手に変更してはいけません．従ってコントロールワードのうちポートCのビットセット，リセット機能だけが使用できます．

グループ	ポート端子	アクティブ	コントロール内容	信号名
A	PA7	—	データ入出力	1D7
	PA6	—		1D6
	PA5	—		1D5
	PA4	—		1D4
	PA3	—		1D3
	PA2	—		1D2
	PA1	—		1D1
	PA0	—		1D0
	PC7	L	Z-80Aに対してデータ受取り	$\overline{\mathrm{OBF}}$
	PC6	L	Z-80AがポートAからデータを受取り信号	$\overline{\mathrm{8049RD}}$
	PC5	H	Z-80Aに対してデータ転送禁止信号	1BF
	PC4	L	Z-80AからのデータをポートAに入力/ラッチ指示信号	$\overline{\mathrm{8255WE}}$
B	PC3	—	未使用	
	PC2	H	PLAY時READ LED点灯します(L：WRITE LED)	
	PC1	L	Z-80AへのBREAK信号	BREAK
	PC0	L	カセットのEJECTソレノイドコントロール	EJECT SOL
	PB7	—	$\overline{\mathrm{OBF}}$信号	
	PB6	—	$\overline{\mathrm{8049RD}}$信号	
	PB5	—	APSS(無記録部検出)	APSS DATA(注)
	PB4	L	EJECT SW. センス	EJECT SW
	PB3	—	未使用	
	PB2	H	カセットテープの書き込み禁止用の爪がある状態	REC PROTECT
	PB1	H	カセットがセットされている状態	PACKAGE
	PB0	L	テープエンド検出	TAPE END

(注)　READ DATA信号を，積分回路を通すことにより得た信号。

表5-8　X1 turbo model 10 における8255①のポートの割り当て

	CPU	ポート	モード	設　定
8255①	サ　ブ	A B C	2 0 —	入出力 入　力 入出力
8255②	メイン	A B C	0 0 —	出　力 入　力 出　力

表5-9　X1シリーズにおける8255の設定

●モード設定

●ビット・セット/リセット

コントロールワード

0							

無効ビット

ビット・セット/リセット	0	リセット
	1	セット

ポートC　ビット選択								
ビット	0	1	2	3	4	5	6	7
D_1	0	1	0	1	0	1	0	1
D_2	0	0	1	1	0	0	1	1
D_3	0	0	0	0	1	1	1	1

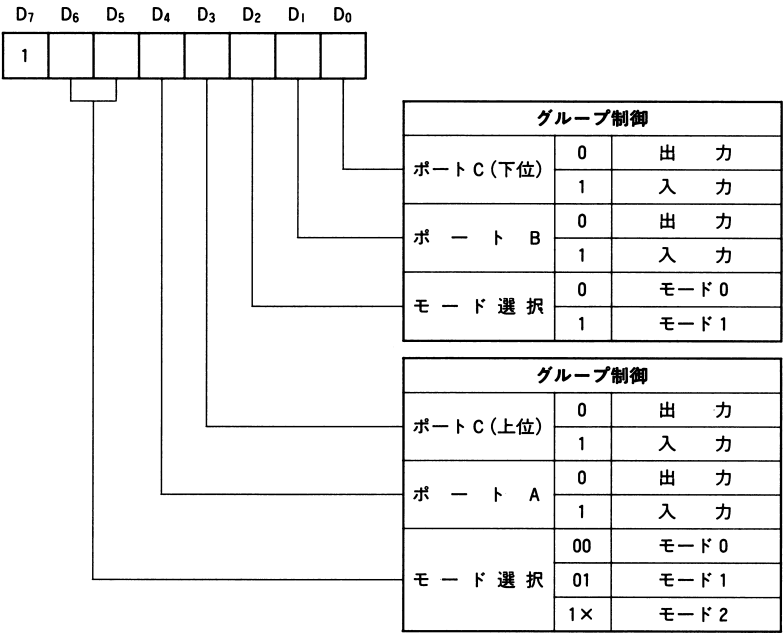
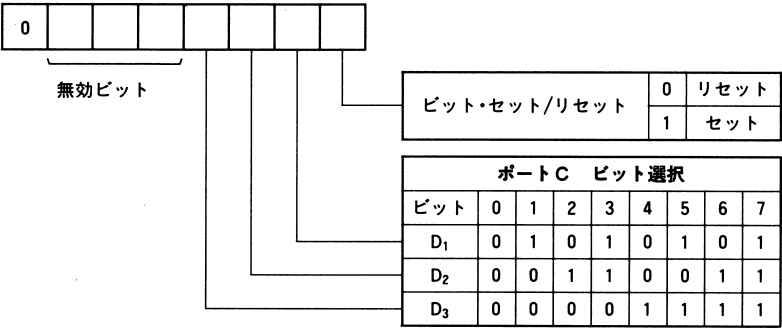



図5-10　8255のコマンドレジスタ

第6章 割り込み

6-1　割り込み処理の概要

割り込みは，I/Oからの処理要求が発生したら，その時実行していたプログラムを中断(インタープラプト)し，必要な処理に移る機能です．割り込みを上手に活用することによって，非常に効率のよいプログラムを作成することができます．

割り込み処理はBASICでも一部サポートされていることはご存じでしょう．

```
1000  'サンプル
1010  ON KEY GOSUB 2000
1020  KEY 1  ON
1030  'メインルーチン
1040  ....
1050  ....
1060  ....
.
.
1500  GOTO 1030
2000  'KEY INT ROUTINE
2010  XX=POS(0):YY=CSRLIN
2020  LOCATE0,0:PRINT"STATUS:";STA
2030  LOCATE XX,YY
2040  RETURN
```

上のプログラムではメインルーチンの処理中に[F1]キーが押されると画面の上隅に変数STAの内容を表示します．この場合，キーボードが「割り込み(をかける)デバイス」，[F1]キーの押下が「割り込み要因」，行番号2000からが「割り込み処理ルーチン」となります．プログラムの最初で[F1]割り込み処理ルーチンの行番号「割り込みベクタ」を宣言し(ON KEY GOSUB)，続いて割り込みを許可します(KEY 1 ON)．Z80の割り込み処理についてこのあと説明しますが，概念としてはこのBASICの処理にたいへん似ています．

X1シリーズには，キーボードやディスクを始めとして数多くのI/Oがありますが，そのほとんどは割り込みが使用できるように設計されています．しかもZ80の割り込み処理の方法のうち，最も強力なモード2割り込みが使用できます．そこで，最初にZ80の割り込み処理について説明しましょう．

6-2-1 Z80の割り込み処理

Z80CPUは，INTと名付けられた端子があり，この端子をLレベルにすることで割り込み処理が始まります．もう少し正確に言うと，1つの命令を実行し終った時点でINT端子がLであり，かつ割り込み許可の状態であればCPUは「ある方法で」割り込み処理ルーチンをcallするのです．この時のcallの方法にはモード0～モード2の3種類があります．どのモードを使うかは予めプログラムで設定しておきます(IM0～IM2命令)．

①モード0

このモードは，Z80の前身とも言える，インテル社の8080A CPUとほぼ同じ動作をします．

CPUは，通常はプログラムカウンターPCの指す番地のメモリの内容を読み込み，解釈し，実行する，ということを繰り返しています．これに対しモード0で割り込みが起こるとCPUは，メモリへの読み出し命令を出さずに命令を読み込み，それを実行します．そこでハードウェアを工夫し割り込みが発生した瞬間，適当な命令(通常はRST0～7のcall命令)をCPUに読み込ませるようにします．call命令の飛び先に割り込み処理ルーチンを書いておきます．

②モード1

このモードの動作は簡単です．割り込みが発生すると，CPUは自動的にRST7を実行します．すなわち現在のPCの値をスタックにPUSHして0038H番地にジャンプします．

モード1では割り込み処理ルーチンの入口が1つしかないため，複数の割り込みデバイスがある場合，どこから割り込みがかかったかの判定はソフトウェアで行います．例えばキーボード，プリンター，タイマーの3つの割り込みデバイスがあるときは図6-1のように処理します．この場合，複数のデバイスが同時に割り込みを起こした時，どれを最初に実行するか(割り込みの優先順位)は，割り込み要因を調べる順番で決まります．先に調べられるデバイスの方が優先的に処理されます．

③モード2

割り込み優先順位の決定から，各装置ごとの処理ルーチンのcallまでを自動的に行うようにしたのがモード2です．3つのモードの中では最も強力で，ソフトウェアでさまざまな判断をする必要がないので割り込みに対する応答が早くなります．X1シリーズでは，もっぱらこのモード2が使用されています．

モード2で割り込みが発生すると，CPUは「ベクタ」と呼ばれる1バイトの情報を読み込みます．そして，このベクタを下位，CPU内部のIレジスタの内容を上位とするアドレスから16ビットのアドレスを読み込み，そこをcallします．この様子を図6-2に示します．ここでは，Iレジスタの値は0ABH，割り込みデバイスであるPIOの出した(あらかじめPIOにセットしておいた)ベクタの値が0CDHだったのでCPUは0ABCDHの内容を読み込みます．それが1234HであったのでCPUはcall 1234Hを実行します．

結局，Iレジスタが上位，00Hを下位とする番地から256バイトが割り込み処理ルーチンのテーブルとなり，受け付けられる割り込みの種類は最大128種類，ということになります．

割り込み処理ルーチンは，各レジスタのPUSHから始めます．割り込み処理によってレジスタが破壊されると，もとの処理に戻った時に暴走する原因となるからです．処理が終了したら，PUSHしたレジスタをもとに戻し，EI(割り込み許可)，RETI(割り込みからのリターン)の順番に実行します．EIを実行するのは，割り込みがかかると自動的にDI(割り込み禁止)状態になるため，EIを実行しないと2回目の割り込みがかからなくなるからです．また，RETIを実行すると割り込みをかけたデバイスは，処理終了とみなして割り込み要求を解除するようになっています．

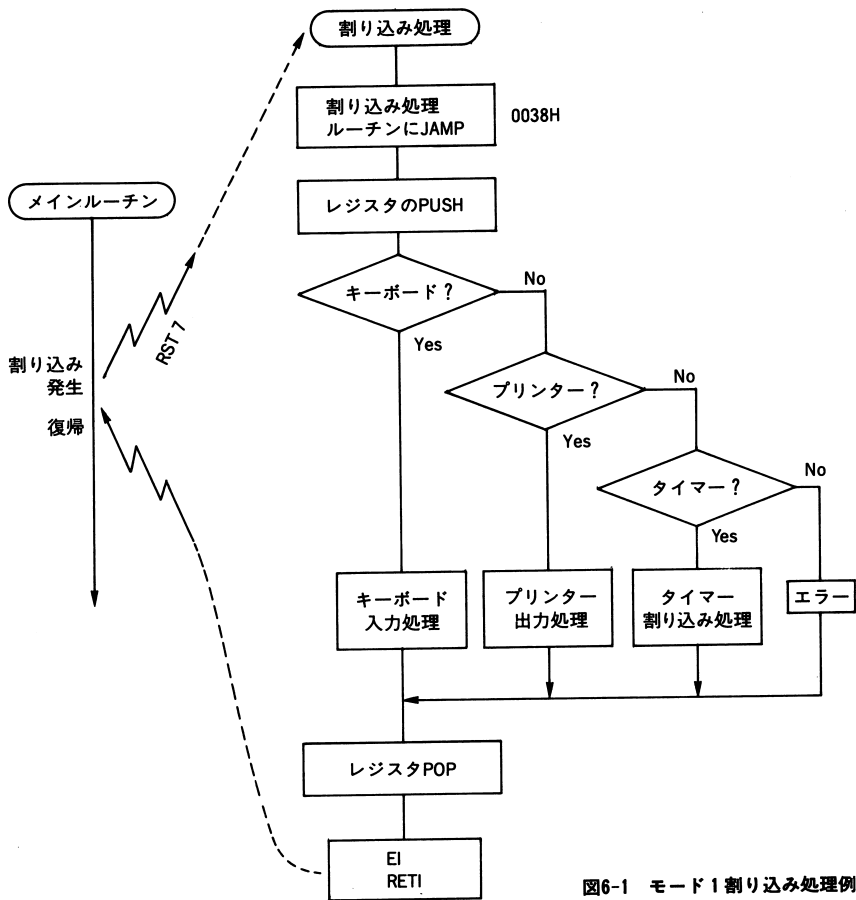



図6-1 モード1割り込み処理例

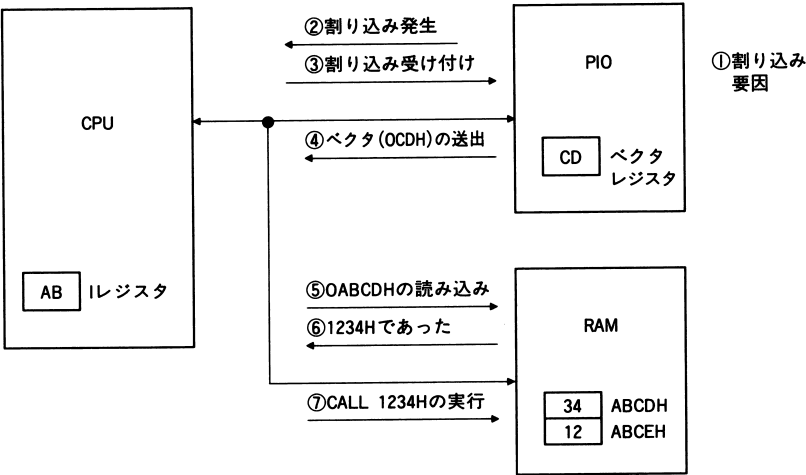



図6-2 モード2割り込み処理

6-1-2 メインCPUの割り込みデバイス

先に述べたように，X1シリーズでは，Z80CPUの割り込みモードのうち，最も強力なモード2割り込みが使用できるように設計されています．割り込みが使用できるデバイスには，以下のものがあります．

1．キー入力(サブCPU)
2．Z80-SIO(RS-232C，マウス)
3．Z80-CTC
4．Z80-DMA
5．拡張I／Oスロット(外部割り込み)

割り込みの優先順位はハードウェアで決められており，以下のようになっています．

I／Oスロット1>I／Oスロット2>SIO>DMA>CTC>キー入力

左側のデバイスほど優先的に処理されます．なお，X1では，内部割り込みデバイスはキー入力だけであり，拡張スロットは1～4の4つになります．優先順位は，次のようになります．

I／Oスロット1>I／Oスロット2>I／Oスロット3>I／Oスロット4>キー入力

割り込み時のベクタの値は，予め各デバイスにセットしておかなければなりません．ベクタの一覧を表6-1-1に示します．個々のデバイスの使い方については，次節以降で説明します．

表6-1 各種割り込みデバイスのベクタアドレスの下位バイトの構成

6-2 シリアルI／O

X1シリーズにおけるシリアルI/Oは，RS-232Cインターフェイスとマウスインターフェイスです．これらシリアルI/Oには，Z80-SIOという非常に高機能なインターフェイスLSIが使用されています．

6-2-1 シリアルI／Oの概要

パソコン用としてシリアルI/Oが活用されはじめたのは最近のことです．いわゆる「パソコン通信」の発展とともに，これからはますますその重要性を増していくことと思われます．最初にシリアルI/Oで出てくるいくつかの用語について説明しましょう．

① RS-232Cインターフェイス

本来はEIA(アメリカ電子工業会)が，DCE(回線接続装置)と端末間のインターフェイス条件について定めた規格です．RS-232Cでは，コネクタのピン配置と信号の電気的な仕様が定められています．但し，信号の形式については何も定められていません．232Cを使用するときに非常に多くの設定をしなければならないのは，このためでもあります．

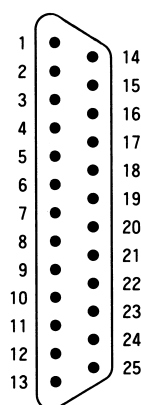
RS-232Cのピン配置を表6-2に示します．この中でパソコンレベルで実際に使われているのは，GND(グラウンド)と入出力線，及びRTS/CTSのハンドシェイク線くらいです．RTS/CTSすら使わず，3本の線だけで接続することも多いようです．232Cの信号は，±10V以上の電圧を持っており，そのままではパソコン内部のTTLレベルのLSIに接続することができません．このため専用のインターフェイス用ICが使われます．

ピン番号	内　　容
1	Protective Ground
2	Transmitted Data
3	Received Data
4	Request to Send
5	Clear to Send
6	Data Set Ready
7	Signal Ground (Common Return)
8	Received Line Signal Detector
9	(Reserved)
10	(Reserved)
11	Unassigned
12	Sec. Rec'd. Line Sig. Detector
13	Sec. Clear to Send
14	Secondary Transmitted Data
15	Transmission Signal Element Timing (DCE Source)
16	Secondary Received Data
17	Receiver Signal Element Timing (DEC Source)
18	Unassigned
19	Secondary Request to Send
20	Data Terminal Ready
21	Signal Quality Detector
22	Ring Indicator
23	Data Signal Rate Selector (DTE/DCE Source)
24	Transmit Signal Element Timing (DTE Source)
25	Unassigned

表6-2 RS-232Cのピン配置

②調歩同期式

パソコンでRS-232Cインターフェイスの使われ方としては，パソコン同士を接続してのデータ転送，ネットワークにつなぐためのモデムとの接続，ミニコン等の端末として，といった使い方が多いと思います．これらの場合，300～9600ボー程度の調歩同期式通信が使われます．

この方法では，1本の信号線で直列に1ビットづつ信号を送っていきます．何も信号が無いとき，ラインはマーク(H)であり，そこに図6－3のように1文字分の信号をのせます．各信号の意味は，次の通りです．

・スタートビット：信号の始まりを示す．1ビット分の長さの「0」．
・文字ビット　　：5～8ビットのデータ．
・パリティ　　　：1ビットの誤りを発見することができる．
　　　　　　　　　偶数パリティ，奇数パリティ，パリティ無しのいずれか．
・ストップビット：1，1.5，2のいずれかの長さの「1」．

ここで，「1ビットの長さ」を示すのにボーレート(Baud Rate)という言葉が使われます．ボーレートが9600ボーであるとは，信号をぎっしり詰めて送ると，1秒間に9600ビット分ある，という意味です．実際にはスタートビットなどの無駄な信号がありますから，データの転送速度はこれより小さくなります．

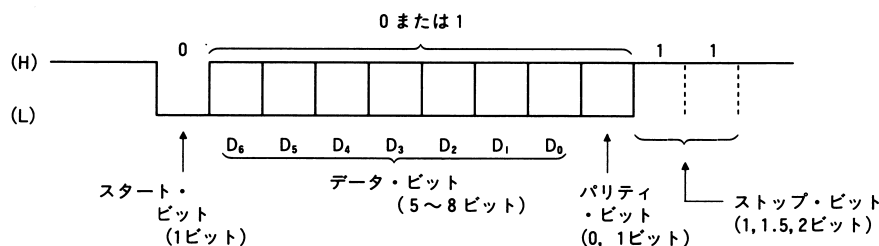



図6-3　調歩同期式通信のデータフォーマット

ある，パソコンネットワークの規格は次のようになっていました．

2400ボー，　8ビットデータ，　パリティ無し，
1ストップビット，XON／XOFF制御有り，

今までの説明で，最初の4項目の意味はわかるでしょう．最後のXON／XOFFとは，データの転送停止，再開をコントロールする方式の1つです．データを受け取る方の処理が間に合わなくなりそうになったら，相手方にXOFFキャラクタ(^S)を送り，転送を一時停止してもらい，処理が終了したらXONキャラクタ(^Q)を送って再開します．

③SDLC, HDLC

データを1文字ずつ送る従来の方法が持っていたいくつかの欠点を解決し，高速で，使いやすく，信頼性の高い方式として制定されたのがHDLC(High-level Data Link Control)方式です．この規格の基となったIBMの開発した方式がSDLC方式で，X1シリーズに使われている

Z80-SIO はこの SDLC をサポートしています.

SDLC は，任意の長さのデータと制御記号から成る「フレーム」を単位として行われます．細かい解説は省略しますが，この方式は以下のような特徴を持っています．

・バイナリデータを送ることが容易.

・任意の長さのデータをまとめて送るので転送速度が速い.

・CRC を使った誤り訂正制御が行われるので，信頼性が高い.

・訂正不能の誤りが発生した時の再送シーケンスについても厳密に定められており，それらの制御も連続的に行われるので伝送効率が高い.

6-6-2 SIO まわりの構成

X1 シリーズでは，SIO のチャンネル A は RS-232C，チャンネル B はマウスの制御に使われています．SIO まわりの構成を図 6-4 に示します．

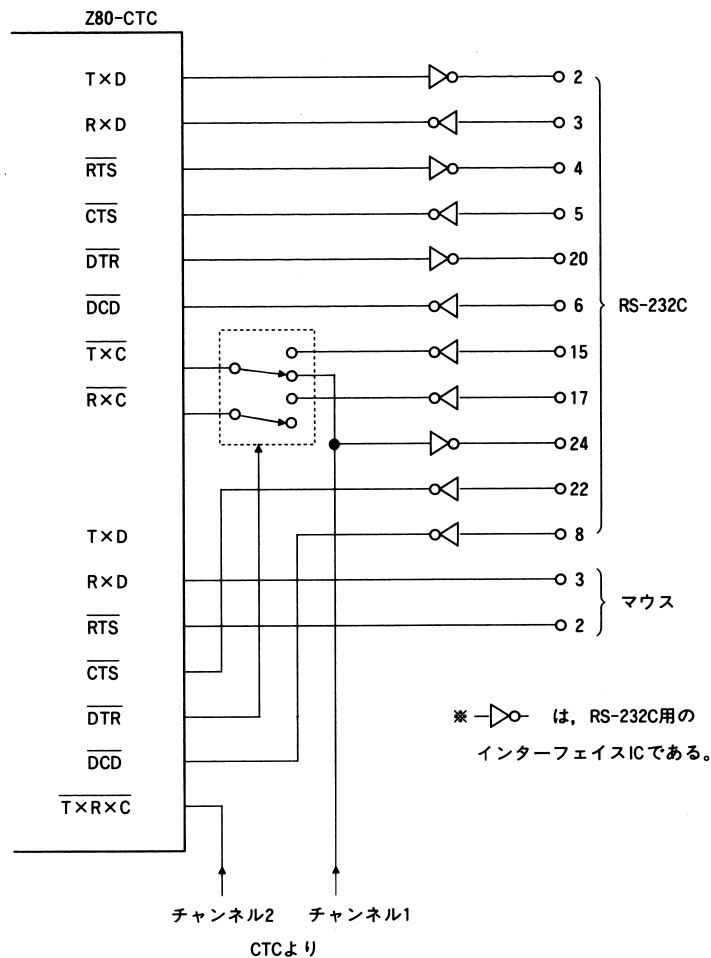



図6-4 SIOまわりの構成

RS-232C には多くの制御線がありますが，X1 シリーズでサポートされているのはその一部です．サポートされる制御線と，SIO の端子との関係は，以下の通りです．

SIO端子	チャンネル	IN/OUT	RS-232C端子（ピン番号）
TxD	A	OUT	Transmitted Data (2)
RxD	〃	IN	Received Data (3)
RTS	〃	OUT	Request to Send (4)
CTS	〃	IN	Clear to Send (5)
DTR	〃	OUT	Data Terminal Ready (20)
DCD	〃	IN	Data Set Ready (6)
TxC	〃	IN	Transmission Signal Element (15)/CTC ch-1 output. (*)
RxC	〃	IN	Received Signal Element (17)/CTC ch-1 output. (*)
DCD	B	IN	Received Line Signal (8)
CTS	〃	IN	Ring Indicator (22)
GND			Frame GND (1)
GND			Signal GND (7)

(*) チャンネルBのDTRが「H」の時CTCに接続される

表6-3 SIOとRS-232Cの関係

パソコン同士を接続して通信するときは,

RD(3) ⟷ TD(2)
RTS(4) ⟷ CTS(5)
DTR(20) ⟷ DCD(6)

の各線をひっくり返しにして接続すれば，通信できます．但し，この場合上記6つの信号線以外の入力データは意味がありません．

SIO のポートアドレスを 表6-4 に示します．このようにチャンネル A とチャンネル B のそれぞれについてデータポートと制御語(コントロールポート)があります．SIO には制御のための書き込みレジスタが各チャンネルに8個ずつあります．レジスタに値を書き込むときには，まずレジスタ番号をコントロールポート(書き込みレジスタ 0)にセットし，続いて目的のレジスタの値を書き込みます．例えばレジスタ 2 に 10H を書き込むときはコントロールポートに 02H, 10H と書き込みます．但し，書き込みレジスタ 0 については1回で書き込めます．

また，内部状態を知るための読み出しレジスタの内容を読むときも，最初にレジスタ番号を書き込み，続いて読み出しを行います．読み出しレジスタ 0 だけは直接読み出せます．

書き込み，読み出しの各レジスタの内容を次頁から示します（表6-5）．SIO はSDLC をサポートしているため，レジスタの内容はたいへん複雑になっています．

アドレス	ポート内容
1F90H	チャンネルAデータポート
1F91H	チャンネルA制御語
1F92H	チャンネルBデータポート
1F93H	チャンネルB制御語

表6-4 SIOのI/Oポート

注）＊印の付いたビットは，一般に使われる「非同期通信」では，意味がない．

書き込みレジスタ０：WR0

D_2	D_1	D_0		
0	0	0	レジスタ０	書き込みレジスタ選択
0	0	1	レジスタ１	
0	1	0	レジスタ２	
0	1	1	レジスタ３	
1	0	0	レジスタ４	
1	0	1	レジスタ５	
1	1	0	レジスタ６	
1	1	1	レジスタ７	

D_5	D_4	D_3			
0	0	0	動作に何の影響も与えない	制御コマンド	
0	0	1	アボート送出		＊
0	1	0	外部ステータス割り込みリセット		
0	1	1	チャンネル・リセット		
1	0	0	つぎの受信キャラクタで割り込みイネーブル		
1	0	1	送信割り込みの保留リセット		
1	1	0	エラー・リセット		
1	1	1	割り込みからの復帰（Aチャンネルのみ）		

D_7	D_6			
0	0	動作に何の影響も与えない	CRCリセット・コード	
0	1	受信CRCチェッカ・リセット		＊
1	0	送信CRCジェネレータ・リセット		＊
1	1	送信アンダーラン/EOMリセット		＊

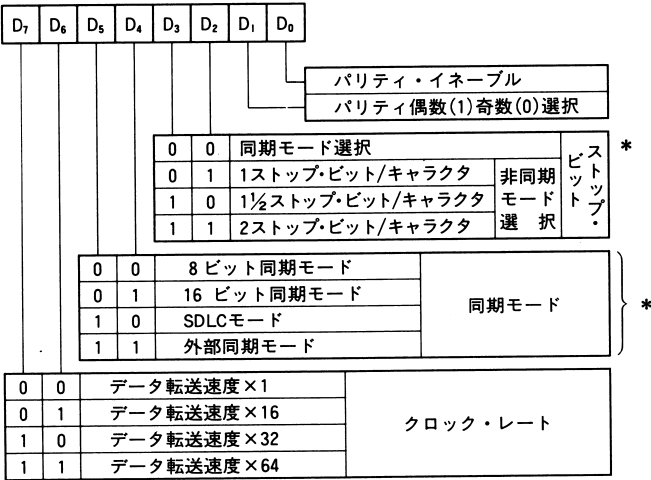
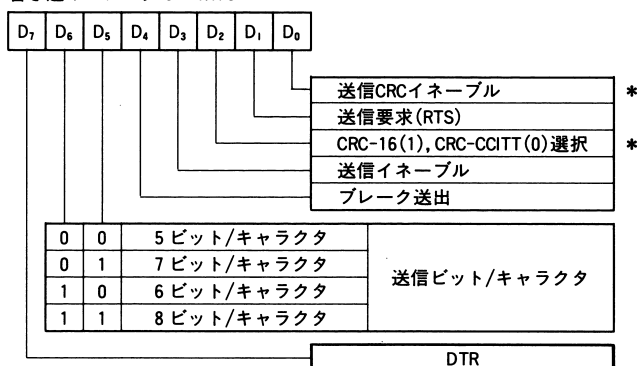
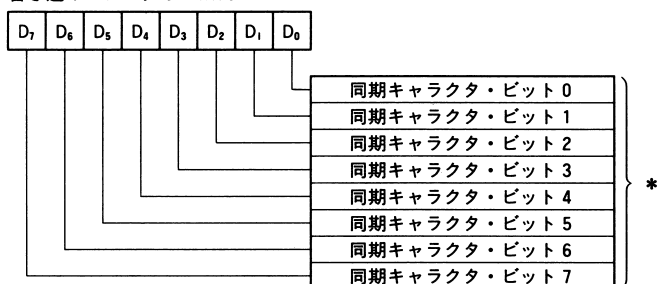
書き込みレジスタ１：WR1

ビット	機能
D_0	外部/ステータス割り込みイネーブル
D_1	送信割り込みイネーブル
D_2	ステータス・アフェクト・ベクタ・イネーブル（Bチャンネルのみ）

D_4	D_3		
0	0	受信割り込みディセーブル	割り込みモード
0	1	最初のキャラクタのみで受信割り込み	
1	0	すべての受信キャラクタで割り込み（パリティ・エラーは特別受信条件となる）	
1	1	すべての受信キャラクタで割り込み（パリティ・エラーは特別受信条件とならない）	

D_7	D_6	D_5		
0	0	×	$\overline{\text{WAIT}}$：フローティング	ウエイト・レディ機能選択
0	1	×	$\overline{\text{READY}}$："H" レベル	
1	0	0	$\overline{\text{WAIT}}$：送信バッファがフルかつSIOのデータ・ポートが選択されているとき"L"レベル ：送信バッファが空のときフローティング	
1	1	0	$\overline{\text{READY}}$：送信バッファがフルのとき"H"レベル ：送信バッファが空のとき"L"レベル	
1	0	1	$\overline{\text{WAIT}}$：受信バッファがフルのときフローティング ：受信バッファが空かつSIOのデータ・ポートが選択されているとき"L"レベル	
1	1	1	$\overline{\text{READY}}$：受信バッファがフルのとき"L"レベル ：受信バッファが空のとき"H"レベル	

書き込みレジスタ3：WR3

書き込みレジスタ4：WR4

書き込みレジスタ６：WR６

書き込みレジスタ７：WR７

読み出しレジスタ０：RR0

読み出しレジスタ１：RR１

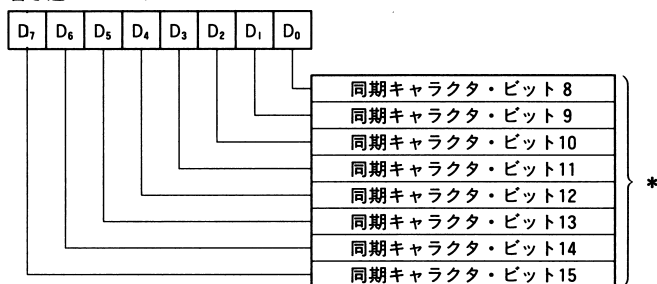
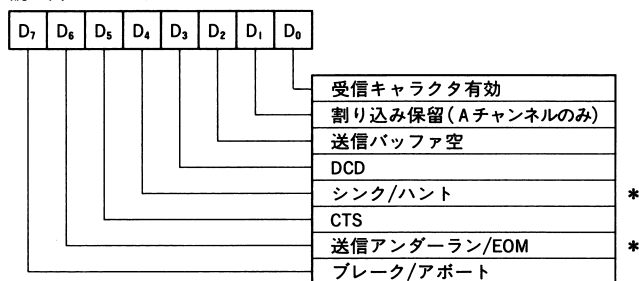
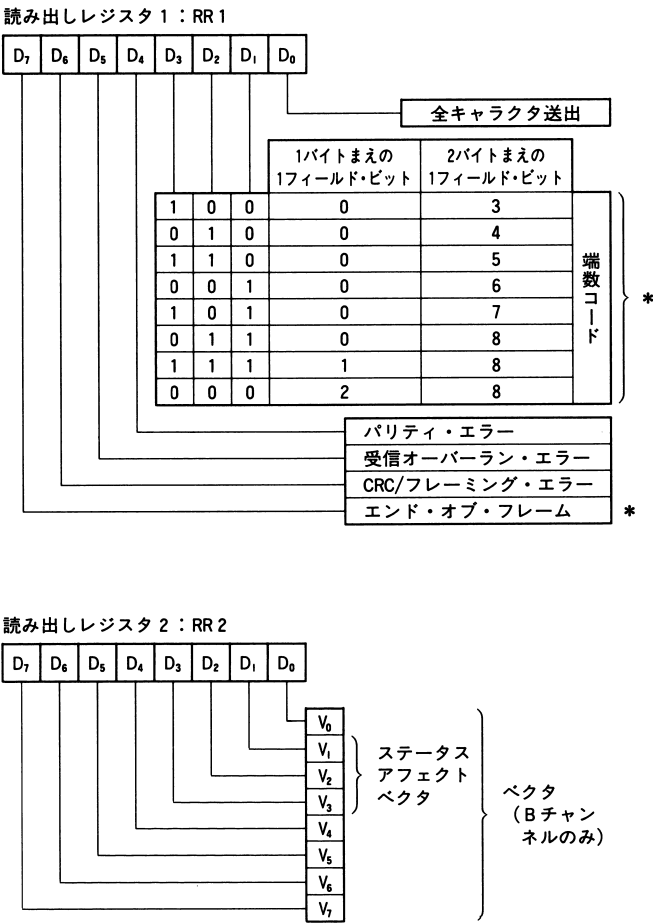



表6-5　Z80-SIOのレジスタ構成

6-2-3　チャンネルA(RS-232C)

チャンネルAは，RS-232Cの入出力として使用されています．

通信のためのクロックは，内部同期か外部同期かを選択することができます．この選択にはチャンネルBのDTR端子を使用します．外部同期にするときはここを０とし，内部同期の時は１にします．

内部同期の時のボーレートは，CTCのチャンネル１の分周比設定とSIOの設定の両方で決まります．ボーレートとこれらの設定の関係を，下に示します．

	SIO設定	
CTC分周比	1/16	1/64
13	9600	2400
26	4800	1200
52	2400	600
104	1200	300
208	600	150

＊CTC分周比＝52，SIO設定＝1/64ならば600ボーとなる．

表6-6　ボーレートの設定

BIOS ROMには，RS-232C関係の処理ルーチンが用意されていますから，これらを利用すると入出力が簡単にできます．しかし，ハードウェアによるハンドシェイクなどを行うときは，その処理はユーザープログラム側で行わなければなりません．もっとも，先に述べた通り，ハードウェアハンドシェイクが使われることはパソコンレベルではあまりありません．

6-2-4 チャンネルB(マウス)

SIOのチャンネルBはマウスの制御に割り当てられています．使われている端子は2つだけです．マウスへのコントロール出力($\overline{\text{CTRL}}$)としての$\overline{\text{RTS}}$出力と，マウスからのデータを受け取るRxD入力です．

マウスはRTS端子がHからLになると，3バイトのデータを送ってきます．送られてくるデータは次のようなフォーマットになっています．

4800ボー，8ビットデータ，パリティなし，1ストップビット

従って，SIOもこの通り設定します．ボーレートはCTCのチャンネルBを使ってRS-232Cと同様に設定します．4800ボーと決まっていますから，CTCの分周比は26，SIOの設定は1/16とします．

マウスからのデータは3バイトで，1バイト目がステータス，2バイト目と3バイト目が各々X，Y方向の前回からの移動量(−128〜127)です．ステータスの内容は次の通りです．

データ	内　　容
D0	スイッチ1の状態を示します．0＝OFF，1＝ON
D1	スイッチ2の状態を示します．0＝OFF，1＝ON
D2	―――
D3	―――
D4	オーバーフロービット，Xが 128以上の時 1
D5	アンダーフロービット，Xが−129以下の時 1
D6	オーバーフロービット，Yが 128以上の時 1
D7	アンダーフロービット，Yが−129以下の時 1

表6-7

リスト6-1 マウスからのデータの読み込み

```
SIOBAD  EQU     1F94H
RDMSE:  LD      BC, SIOBAD
        LD      HL, RDMDT
        LD      A, 05H      ┐
        OUT     (C), A      │
        INC     HL          │ SIOのチンネルBのRTS端子を'L'にする
        LD      A, 0E0H     │
        OUT     (C), A      ┘
        LD      D, 03H
RDMS1:  IN      A, (0E0H)
        RRC     A
        JR      NC, RDMS1
        LD      A, 01H      ┐
        OUT     (C), A      │
        IN      A, (C)      │
        LD      E, A        │
        DEC     C           │ SIOからデータを受信する
        INC     HL          │
        IN      A, (C)      │
        INC     C           │
        LD      (HL), A     ┘
```

```
            LD      A, E
            AND     70H
            JR      NZ, RDMS3
            DEC     D
            JR      NZ, RDMS1
            XOR     A
RDMS2:      RET
RDMS3:      LD      A, 0FFH     ]マウスの移動量が－129～＋128をこえた
            JR      RDMS2
            ;
RDMDT:      DS      3
            ;
            END
```

6-3 DMA

6-3-1 DMAの概要

DMA(Direct Memory Access)とは，CPUを介さずにハードウェアで直接データを転送することです．メモリやI/Oの間でデータの転送を行うとき，DMAを使用すると非常に高速に転送を行うことができます．X1turbo以降にはZ80-DMAと呼ばれるLSIが実装されており，フロッピーディスクの読み書きやV-RAMのスクロールなどに使われています．

DMAに指令を与えるには，SIOなどと同じようにOUT命令を使用します．実行命令が与えられるとDMAは，CPUを停止させ，CPUの代わりに各種の制御信号を出力しながらデータの転送を行います．従ってその動作は一般のI/Oとはかなり異なります．

Z80-DMAの特徴は次の通りです．

1．メモリ⟷メモリ，I/O⟷I/O，I/O⟷メモリのいずれの転送も可能．
2．データ転送のほか，データサーチやサーチしながらの転送が可能．
3．転送データの長さは，2バイト～64Kバイト．
4．転送が終了するまでCPUを止める，CPUと並列に転送するなど，4つのモードを持つ．
5．転送アドレスは，固定，インクリメント，デクリメントのいずれか．
6．転送速度は最高500Kバイト／秒以上，サーチ速度は最高1000Kバイト／秒以上(但し条件によって大きく異なる)．

CPUのプログラムの実行と，DMAのデータ転送のタイミングはDMAの転送モードで決まります．転送モードには次の4種類があります．

1．**コンティニュアスモード**：転送がすべて終了するまでCPUは停止する．
2．**バーストモード**：RDY信号(データ転送可能信号)が入力されている間CPUは停止する．転送可能でないときはCPUが動作する．
3．**バイトモード**：1バイト転送すると，CPUが動作する．データが連続的にくる場合は，DMAとCPUは交互に動作することになる．
4．**トランスペアレントモード**：CPUのメモリリフレッシュサイクルを使って，CPUの動作とDMAが同時に実行される．

X1turboでは，フロッピーディスクの読み書きにバイトモードが，V-RAMのスクロールやその他のメモリ転送にバーストモードが，それぞれ使用されています．なお，トランスペアレントモードは，X1シリーズでは使用できません．

6-3-2 DMAの使い方

DMAには，書き込みレジスタが21個，読み出しレジスタが7個あります．

●書き込みレジスタ

21個の書き込みレジスタは，さらに7個のベースレジスタと21個の関連レジスタに分けられます．ベースレジスタはリセット時には内容は不定ですので，必ず7個とも初期化しなければなりません．関連レジスタは，必要なもののみ初期化します．これら書き込みレジスタの内容一覧を，図6-3-1に示します．

書き込みレジスタ 2
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
0 0 0 0 0 ベース・レジスタ
0 メモリ
1 I/O
0 ポートB アドレス・デクリメント
1 ポートB アドレス・インクリメント
0 ポートB アドレス可変
1 ポートB アドレス固定
ポートBタイミング制御
0 0 サイクル長－4
0 1 サイクル長－3
1 0 サイクル長－2
1 1 使用しない
0 IORQは½サイクル早く終了
0 MREGは½サイクル早く終了
0 WRは½サイクル早く終了
0 WRは½サイクル早く終了
X1シリーズでは使用不可
書き込みレジスタ 3
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
1 0 0 ベース・レジスタ
1 一致成立でストップ
DMAイネーブル 1
割り込みイネーブル 1
マスク（0＝比較）
一致バイト
書き込みレジスタ 4
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
1 0 0 ベース・レジスタ
バイト 0 0
連続 0 1
バースト 1 0
プログラム不可 1 1
1 ポートB開始アドレス（下位バイト）
ポートB開始アドレス（下位バイト）
0 0 割り込み制御
割り込み1
1 一致成立で割り込み
1 エンド・オブ・ブロックで割り込み
ステータス･アフェクト･ベクタ1
1 パルス発生（この機能はX1シリーズでは使用不可）
パルス制御
0 割り込みベクタ
0 0 RDY割り込み
0 1 一致割り込み
1 0 エンド・オブ・ブロック割り込み
1 1 エンド・オブ・ブロック一致割り込み
“ステータス・アフェクト・ベクタ”がセットされている場合，ベクタは割り込み条件により自動的に修正される

書き込みレジスタ5

書き込みレジスタ6

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0	
1			1			1	1	ベース・レジスタ

16進						
C3	1	0	0	0	0	割り込み回路リセット，割り込み要求とバス要求回路ディスエーブル，内部レディ状態の解除，CEマルチプレクス不可，自動繰り越しストップ
C7	1	0	0	0	1	ポートAタイミングをZ−80標準タイミングに設定
CB	1	0	0	1	0	ポートBタイミングをZ−80標準タイミングに設定
CF	1	0	0	1	1	両ポートの開始アドレスロード，バイト・カウンターのクリア
D3	1	0	1	0	0	現在値からアドレス続行，バイト・カウンターのクリア
AB	0	1	0	1	0	割り込みイネーブル
AF	0	1	0	1	1	割り込みディセーブル
A3	0	1	0	0	0	割り込み回路のリセットとディセーブル(RETIと同じ)，内部レディ状態の解除
87	0	0	0	0	1	DMAイネーブル } 割り込み以外の動作にすべて有効，ただし，
83	0	0	0	0	0	DMAディセーブル } すべての機能をリセットするわけではない。
A7	0	1	0	0	1	読み出しマスク・レジスタによって指定された第1レジスタに対し読み出しシーケンスを起動
BF	0	1	1	1	1	ステータス・レジスタに読み出し設定。次の読み出しはステータス・レジスタから
B3	0	1	1	0	0	強制的に内部レディ状態を“RDY”端子に無関係とする（RDY信号を必要としないメモリー間DMAに使用。このコマンドは“バイト・モード”では動作しない）
8B	0	0	0	1	0	一致成立，エンド・オブ・ブロックのビットをクリア
B7	0	1	1	0	1	RETI後イネーブル。RETI実行後のみバス要求
BB	0	1	1	1	0	読み出しマスクがこの後に続く

0								読み出しマスク（1でイネーブル）

- ステータス
- バイト・カウンター（下位）
- バイト・カウンター（上位）
- ポートAアドレス（下位）
- ポートAアドレス（上位）
- ポートBアドレス（下位）
- ポートBアドレス（上位）

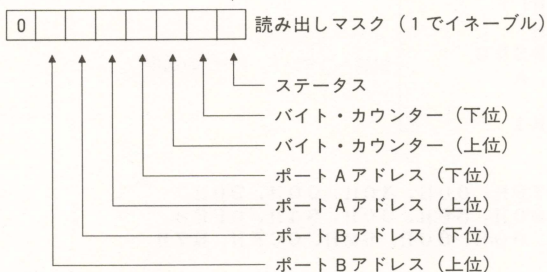



図6-5　Z80-DMA書き込みレジスタ

ベースレジスタに値を書き込むには，I/Oアドレス1080Hに対してOUT命令を実行します．I/Oアドレスが1つしかないのに，どうやって7つのレジスタを区別するのかと思われる人もいるでしょう．もう一度図6-5を見て下さい．各レジスタの中に，0か1かが決められているビットや，「使用しない」となっているデータパターンがあることに気が付くと思います．そして，さらに良く観察すると，データのビットパターンから，どのレジスタへの書き込みかが決定でき

ることがわかります．実はDMAは，書き込まれたデータのパターンからどのレジスタへの書き込みかを判断しているのです．

関連レジスタへデータを書き込むときは，ベースレジスタの所定のビットを1にして書き込み，それに続いて関連レジスタを書き込みます．複数の関連レジスタを指定した時は，図の順番に従って，続いて書き込みます．

DMAは，最終的に87H(DMAイネーブル)を書き込むと動作を開始し，転送が終了すると動作終了となります．また，バイトモードやバーストモードでは，CPUがDMAに対してアクセスしても動作を停止します．

DMAの使用例として，DMAの初期化プログラムと，V-RAMの内容を0FFHが来るまで転送するプログラムを示します．

リスト6-2 DMA初期化サブルーチン

```
DAMADD  EQU     1F80H
DMAIN:  LD      BC, DMAADD
        LD      HL, DMIDT
DMAI1:  LD      A, (HL)         ┐
        CP      0FFH            │
        JR      Z, DMAI2        │ DMAへコマンドとデータの送信
        OUT     (C), A          │
        INC     HL              │
        JR      DAMI1           ┘
DMAI2:  RET
        ;
DMIDT:  DB      83H, 00H, 14H, 14H, 80H
        DB      81H, 80H, 0C7H, 0CBH, 87H
        DB      0FFH
        ;
        END
```

リスト6-3 V-RAMの内容サーチ・アンド・転送

```
DMAADD  EQU     1F80H
VRSRC:  LD      BC, DMAADD
        LD      HL, VRSDT
VRSR1:  LD      A, (HL)         ┐
        CP      0FFH            │
        JR      Z, VRSR2        │ DMAへコマンド，データの送信
        OUT     (C), A          │
        INC     HL              │
        JR      VRSR1           ┘
VRSR2:  RET
        ;
VRSDT:  DB      83H, 7FH, 00H, 40H, 00H, 20H
        DB      5CH, 00H, 58H, 00H, 94H, 0FFH
        DB      0ADH, 00H, 80H, 92H, 0CFH, 87H
        DB      0FEH
        ;
        END
```

●**読み出しレジスタ**

DMAには，動作状態を知るために7個の読み出しレジスタがあります．読み出しレジスタの一覧を図6-6に示します．

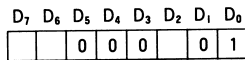
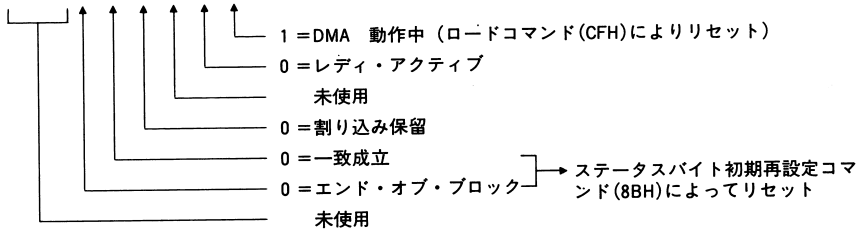
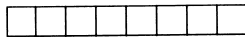
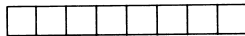
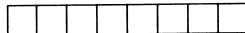
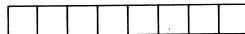
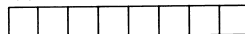
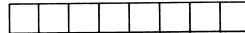



図6-6　Z80-DMA読み出しレジスタ

読み出しレジスタの内容を読む方法は2つあります．

(1) 読み出しステータスバイトコマンド

DMAに0BFH(読み出しステータスバイトコマンド)を書き込みます(書き込みレジスタ5に書き込むことになる)．続いてDMAをIN命令で読み出します．読み出せるのは，ステータスレジスタ(読み出しレジスタ0)だけです．

(2) 読み出しシーケンスコマンド

このコマンドを使うと，希望のレジスタだけを読み出すことができます．

DMAに0BBH(読み出しマスク指定コマンド)を書き込みます．続いて，読み出したいレジスタの該当のビットを1にした，マスクバイトを書き込みます（図6-5参照)．次に0A7H（読み出しシーケンスコマンド)を書き込み，続いてIN命令でレジスタを読み込みます．読み込まれるレジスタはマスクバイトで指定したレジスタで，順番はレジスタ0から6の方向です．

DMAが終了した後の読み出しレジスタの内容は，表6-8のようになっています．実際に転送されるバイト数や，DMA終了後のカウンターの値は，動作クラス(転送，サーチ，転送&サーチ)や動作モードによって少しずつ違うことに注意して下さい．

動作クラス	動作モード	実際に転送／サーチされるバイト数	バイトカウンターの内容	アドレスカウンターの内容(ソース)	アドレスカウンターの内容(デスティネーション)
転　送		x＋1	x	a±（x＋1）	a±x
転送／サーチ		x	x－1	a±x	a±（x－1）
サーチ	バイト	x	x	a±x	
	バースト	x＋1	x＋1	a±（x＋1）	
	連続	x＋1	x＋1	a±（x＋1）	

※xは，WR0に設定した転送ブロック長，またはサーチで一致した時のバイト数，aは，アドレスカウンターの設定値である．

表6-8　DMAの読み出しレジスタの内容

リスト6-4　DMAのレジスタをすべて読み出して格納

```
DMAADD  EQU    1F80H
DMARD:  LD     BC, DMAADD
        LD     HL, DMRDT
DMAR1:  LD     A, (HL)         ┐
        INC    HL              │
        CP     0FFH            │
        JR     Z, DMAR2        │ DMAへコマンドの送信
        INC    HL              │
        OUT    (C), A          │
        JR     DMAR1           ┘
DMAR2:  LD     D, 07H          ┐
        IN     A, (C)          │
        LD     (HL), A         │ DMAからデータの受信
        DEC    D               │
        INC    HL              │
        JR     NZ, DMAR2       ┘
        RET
        ;
DMRDT:  DB     83H, 0BBH, 00H, 0A7H, 0FFH

        DS     7
        ;
        END
```

6-4　CTC

X1turboには，Z80-CTC(Counter／Timer Circuit)が内蔵されています．CTCはその名の通り，プログラムによってカウンターやタイマーとして使えるLSIです．X1turboでは，主にRS-232Cとマウスのクロック発生用として使用しています．余ったチャンネルを使用して，プログラムに，定期的に割り込みをかけたりすることもできます．

6-4-1　CTCの概要

CTCは4つのチャンネルからなっています．各チャンネルは，プログラム設定により，外部のクロック入力をカウントするカウンターモードか，内部クロック(4Mz)をカウントするタイマーモードのどちらかで動作します．どちらのモードでも，カウント終了時に割り込みをかけることができます．X1turboでは，CTCは，図6-7のように配線されており，従って各チャンネルは次のように使用します．

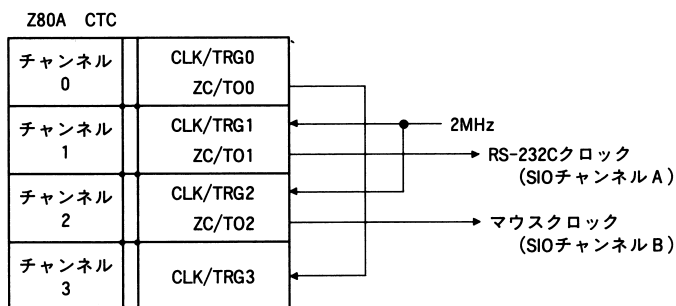



図6-7 CTCの配線

(1) チャンネル0

このチャンネルの入力には何もつながっていないので，4Mzの内部クロックを使ったタイマーモードで使用します．チャンネル0の出力パルスは，チャンネル3に接続されています．

(2) チャンネル1

2Mzのクロックが入力されており，カウンターモードで使用します．出力はZ80-SIOのチャンネルAに接続されており，RS-232Cのボーレートが，CTCの設定によって決まります．

(3) チャンネル2

チャンネル1と同様2Mzのクロックが入力されています．出力はZ80-SIOのチャンネルBに接続されており，マウスのボーレートの作成に使用します．

(4) チャンネル3

チャンネル0の出力パルスが入力されており，チャンネル0だけでは作れない，長い周期を設定するときに使います．

6-4-2 CTCの使い方

X1turboにおけるCTCのI／Oアドレスを次に示します．

チャンネル	I/Oアドレス
0	1FA0H
1	1FA1H
2	1FA2H
3	1FA3H

表6-9 CTCのI／Oアドレス

CTCには，チャンネル制御レジスタと時間定数レジスタが，各チャンネルごとに1つずつあります．また，割り込みベクタレジスタが1つあります．チャンネル制御レジスタと割り込みベクタレジスタは，書き込まれたデータの最下位ビットが0か1かで判断されます．また，時間定数レジスタは，チャンネル制御レジスタのビット2を1にした後に書き込みます．割り込み制御レジスタは1つしかなく，どのチャンネルに書いても同じです．各レジスタの内容を図6-8に示します．

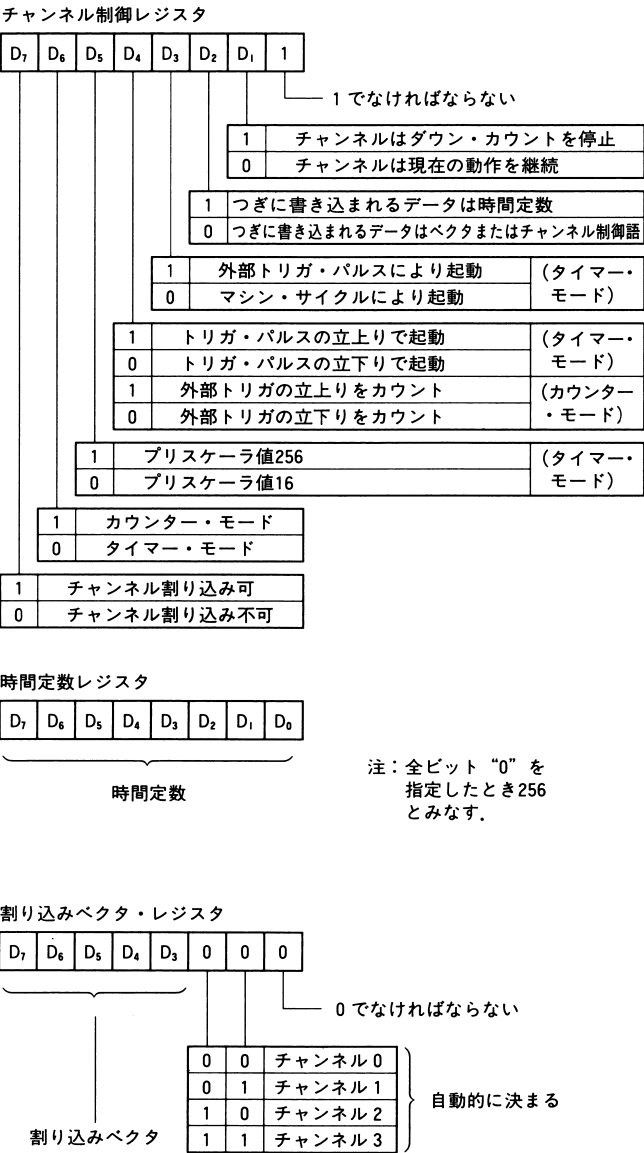



図6-8　Z80-CTCのレジスタ

6-5　キー入力

X1シリーズでは，キー入力を割り込み処理によって行うことができます．

キー入力処理はサブCPUが行っています．割り込みベクタの設定，キーデータの受け取り方などは，サブCPUの章を参照して下さい．

第7章
フロッピーディスク

7-1　ディスクの物理フォーマット

X1シリーズにおいては，表7-1に示す種類のフロッピーディスクがサポートされています．

内　　容	記録方式	記録内容	ディスク名
2D X1 フォーマット	両面 倍密度記録	320K	3インチ 5インチFD
2DD X1 フォーマット	両面倍トラック 倍密度トラック	640K	
2HD X1 フォーマット	両面高密度 倍密度記録	1M	
*2HD 8インチ 標準フォーマット	両面 倍密度記録	1M	
2D X1 フォーマット	両面 倍密度記録	1M	8インチFD
*2D 8インチ 標準フォーマット	両面 倍密度記録	1M	
1S 8インチ 標準フォーマット	片面 単密度記録	240K	
X1 フォーマット	4ヘッド 倍密度記録	10M	ハードディスク

*但しヘッド0，シリンダ0のみ1セクタ＝128バイトの単密度記録

表7-1　ディスクの種類

7-1-1　物理構造とディスクマップ

ディスク間でデータの書き込みや読み出しを行う場合には，ディスク上のアドレス情報(ヘッド番号，トラック番号，セクタ番号等)をもとにして，データの格納場所を検索し実行します．このため，ディスク上にこのアドレスを割り付ける必要があります．このアドレスの割り付けのことをフォーマット(1次フォーマット)と呼びます．

市販の3インチまたは5インチのディスク(2D，2DD)はフォーマットされていませんので，必ずフォーマットしなくてはなりません．8インチディスク及び5インチ2HDのディスクは標準フォーマットがかけられており，必ずしもフォーマットは必要ではありません．また，全セクタとも256バイト／セクタ，倍密度記録の「X1フォーマット」にフォーマットして使用することもできます．

7-2　BASICのファイル管理

7-2-1　物理アドレスと論理アドレス

フロッピーディスクのある特定のセクタの指定は，ヘッド番号，シリンダ番号，セクタ番号を組み合わせることによって行います．これを，そのセクタの物理アドレスと呼びます．

一方，X1シリーズのBASICでは，各セクタに連続した通し番号(レコード番号)をつけて管理しています．これをセクタの論理アドレスと呼びます．HuBASICでディスクを管理する場合は16レコード(256×16＝4Kバイト)を最小単位として扱います．これをクラスタと呼びます．

7-2-2　ディレクトリ

ディレクトリには，ファイル名，属性，ファイルを更新した時のSAVE年月日時分，ファイル先頭クラスタ番号などが格納されています．これによってファイル名と実際にファイルが格納されている場所との対応がつけられます．1ファイルあたりのディレクトリ情報は32バイトで構成されています．

各タイプのディスクはともに階層ディレクトリ形式なので，データ領域内に下位ディレクトリが設定され，各下位ディレクトリはディスクタイプに関係なく1クラスタ分(4Kバイト：128ファイル分)の領域を確保できます．最上位ディレクトリ(ルートディレクトリ)で管理できるファイル数はディスクタイプで異なり次に示す通りです．

ディスク ＼ 項目		ルートディレクトリ領域　レコード数	ファイル数
3インチまたは5インチFD	2D	16	78
	2DD	16	158
	2HD	16	247
8インチFD	2D	16	247
ハードディスク		16	2504

表7-2　ルートディレクトリで管理できるファイル数

階層ディレクトリでは，各ディレクトリ同志の関係は図のようなツリー構造になります．

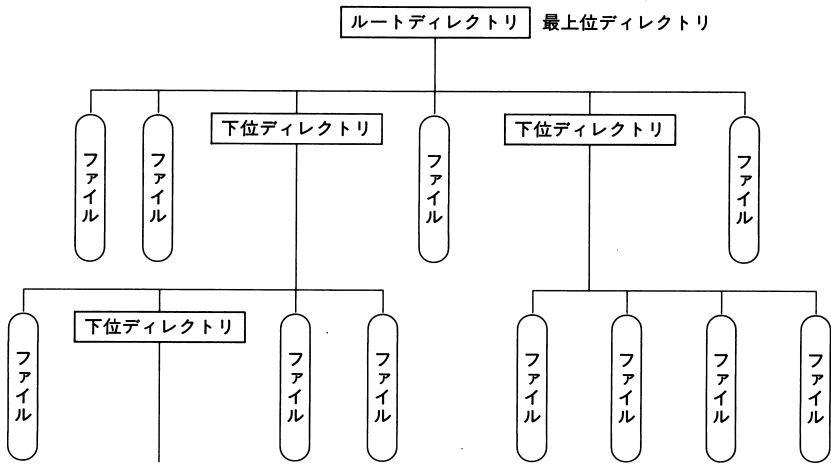



図7-1　ディレクトリのツリー構造

7-2-3 FAT

ファイル・アロケーション・テーブル(File Allocation Table 略して FAT)はファイルの格納状態を示します．ファイルが1つのクラスタに納まらない場合，残りを別のクラスタに書き込まなければなりませんが，次のクラスタが空いているとは限りません．そこで，どのクラスタが空いているか，また，このクラスタの次にどこのクラスタに書き込んだか等の情報を記録したのが FAT です．BASIC はディレクトリと FAT を使ってファイルを管理しているのです．FAT の構成を図 7 - 2 に示します．

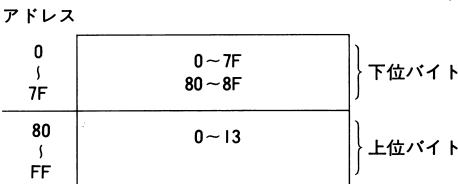



図7-2 FATの構成

1つのクラスタに対する情報は，FAT 上では 2 バイトの数値で表わされますが，連続した 2 バイトではなく，図のように FAT 領域を128バイトずつに分割し，各々にデータの下位，上位バイトを書き込むようになっています．この256バイトの 1 レコードが，FAT として必要な容量(2 バイト×最大ファイル数) になるまで続きます． FAT 先頭にディスク管理用として， 表 7 - 3 に示すバイト数が予約されています．このようにややこしい構造になっているのは，もともと 5 インチ 2D(320K バイト)のディスク用に設計された仕様を，ディスクの容量増加に伴って，無理に拡張したためであると思われます．

3インチまたは5インチFD2D, 2DD	2バイト
5インチFD2HD 8インチFD2D	3バイト
ハードディスク	4バイト

図7-3 ディスク管理用の予約バイト

FAT の各クラスタに対する 2 バイトのデータの意味は，次の表に示す通りです． 5 インチ 2D を例にとると，そのクラスタが次のクラスタに続いている場合は，次のクラスタに対応する番号(02H～4FH)を，そのクラスタに続くクラスタがない場合には，クラスタ中の使用セクタ数に 80H を足した数(80H～8FH)を書き込むことを意味します．2D ディスク以外のディスクでは，この方法ではクラスタ番号が不足しますが，7FH の次は 100H というように，番号を不連続に割り振ることによってこれを解決しています．

ディスク ＼ 項目	3インチまたは5インチFD			8インチFD	ハードディスク
	2D	2DD	2HD	2D	
ファイルがチェーンしているクラスタ	02～4F	02～7F 100～ 11F	03～7F 100～ 179	03～7F 100～ 179	04～7F 100～17F 1300～1353
ファイル終了クラスタ	80～8F	80～8F	80～8F	80～8F	80～8F
末使用クラスタ	0	0	0	0	0

表7-3 FATデータ

7-3　フロッピーディスクコントローラ(FDC)

7-3-1　FDCの概要

X1シリーズではFDC(フロッピーディスクコントローラ)としてMB8877Aを使用しています．FDCはFDD(フロッピーディスクドライブ)をコントロールするためのLSIで，CPUからソフトウェアによってコントロールされます．おもな働きを次に示します．

1．データの変調と復調
CPUからのデータを変調してフロッピーディスクに書き込み，フロッピーディスクからのデータを復調してCPUに出力します．

2．FDD駆動信号の発生と制御
ヘッドの移動など，FDDをコントロールします．

3．FDD状態検出信号による制御
FDDの状態を検出して制御するとともに，CPUに通知します．

4．ホストCPUとのインターフェイス
CPUからのFDDのコントロール，データのライト，およびFDDからCPUへデータのリードを行います．

7-3-2　FDCレジスタとI／Oポート

FDC内部には以下に示す種類のレジスタがあります．

1．コマンドレジスタ(CR)：書き込み専用8ビットレジスタ
FDCに実行させたい処理に応じたコマンドをCPU側から書き込みます．なお，FDCがコマンドを実行している最中に次のコマンドを書き込んではいけません(フォースインタラプトコマンドを除く)．その場合の動作は保証されません．

2．ステータスレジスタ(STR)：読み出し専用8ビットレジスタ
FDCの内部状態，コマンド処理，FDDの状態などを表します．コマンドの種類によってそれぞれのビットが意味を持ちます．

3．データレジスタ(DR)：書き込み，読み出し可能な8ビットレジスタ
FDDからのデータを読む場合にはここにデータが置かれ，FDDにデータを書き込む時はこのレジスタに書き込まれたデータがFDDに出力されます．

4．トラックレジスタ(TR)：書き込み，読み出しが可能な8ビットレジスタ
通常は，ヘッドのあるトラック番号がセットされますが，コマンドによって，この値を変更することもしないことも可能です．
リードデータ・ライトデータコマンドでは，トラックレジスタの値と，ディスクから読み出されたIDフィールド内のトラック番号を比較し，一致した場合にリード・ライトを実行します．

5．セレクタレジスタ(SCR)：書き込み，読み出しが可能な8ビットレジスタ
リードデータ・ライトデータでは，セレクタレジスタの値と，ディスクから読み出されたIDフィールド内のセクタ番号を比較し，一致した場合にリード・ライトを実行します．

X1シリーズのFDCのI／Oアドレスは0FF8Hから0FFFHまでの8バイトで，ここには，FDCのレジスタの他に，FDDへのコントロール用I／Oポートがあります．

0FFCHの出力ポートは，ドライブ番号，サイド，モータのオン・オフをコントロールします．ドライブの選択，サイドの選択，モータのオン・オフに関するレジスタはFDC内にはありませんので，直接CPUから制御回路を通してFDDに与えます．なお，この情報をポートから読み取ることはできません．ドライブ番号セレクトはモータオン状態の時のみ有効です．

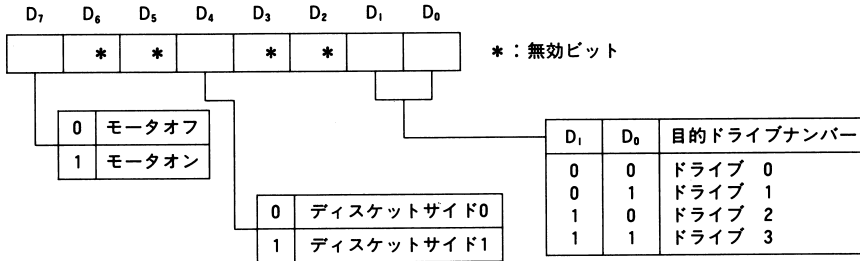



図7-4 0FFCHのデータビット内容

7-3-3 MB8877Aのコマンド

FDCのコマンドは全部で11種類ありますが，これらは次の4種類に分類することができます．

タイプ	コマンド名称	動作
I	リストア シーク ステップ ステップイン ステップアウト	トラック0へ，ヘッドを移動する 所定のトラックへ，ヘッドを移動する ヘッドを1トラック移動する ヘッドを1トラック内側へ移動する ヘッドを1トラック外側へ移動する
II	リードデータ ライトデータ	ディスクのデータ（データフィールド）を読み込む ディスク（データフィールド）へデータを書き込む
III	リードアドレス リードトラック ライトトラック	ディスクIDフィールドを読む ディスクの1トラック分の全データを読み込む ディスクへ1トラック分の全データを書き込む
IV	フォースインターラプト	割り込みを発生させる

表7-4 コマンドタイプ分類

各コマンドは，タイプIVコマンドを除いて，前のコマンドが終了しないうちに書き込んではいけません．コマンドが実行中であるか終了したかを調べるためには，ステータスレジスタのビット0を見ます．これが1の時はコマンド実行中であることを表し，0の時はコマンドの実行が終了して，次のコマンドを書き込んでもよいことを表しています．

(1) タイプIコマンド

タイプIコマンドはヘッドの移動を行います．ヘッドの移動には，ディスク面の動径方向の移動と，垂直方向への移動があります．動径方向とはトラックからトラックへの移動のことで(シーク，リストア)，垂直方向とはヘッドをディスクに接触させるか(ロード)，ディスクから離すか(アンロード)ということです．

コマンド名称	コマンドレジスタビット (MSB) (LSB)
リストア	0000h Vr_1r_0
シーク	0001h Vr_1r_0
ステップ	001uh Vr_1r_0
ステップイン	010uh Vr_1r_0
ステップアウト	011uh Vr_1r_0

表7-5 タイプIコマンド

・ステップレートフラグ(r1 r0)

ステップレートとはステップパルスの出力間隔のことで，シーク時のヘッドの移動速度を決定します．実際には(r1 r2)の他にFDCに与えられているクロック周波数とTEST端子の状態に依存します．

TEST		"H"もしくは開放		"L"	
r_1r_0	CLK	2MHz	1MHz	2MHz	1MHz
0	0	3msec	6msec	Approx 200μsec	Approx 400μsec
0	1	6msec	12msec		
1	0	10msec	20msec		
1	1	15msec	30msec		

表7-6 ステップレート

X1シリーズではTEST端子は"H"，クロックは2MHzが与えられていますので，表中の最左列だけが有効です．通常は，もっとも速い値3msecを用います．

・ヘッドロードフラグ(h)

コマンドの実行開始時にヘッドをロードするか(h＝1)，あるいはアンロードするか(h＝0)を指示します．

・トラックレジスタ更新フラグ(u)

ヘッドの移動の際にトラックレジスタを更新するか(u＝1)，あるいは更新しないか(u＝0)を指示します．

・トラック照合フラグ(V)

ヘッド移動後，トラックレジスタの値と，FDDから読み取ったIDフィールド内のトラック番号の照合を行うか(V＝1)，あるいは行わないか(V＝0)を指示します．

リストアコマンドは，トラック0へのシークと同じですが，シークコマンドが現在のトラック番号を与えなければならないのに対して，ヘッドがどこにあっても必ずトラック0に移動します．データリード．データライトなどが誤動作する場合には，いったんリストアを実行するとうまくいくことがあります．

ステップコマンド，ステップインコマンド，ステップアウトコマンドは1トラック分のシークですが，通常は使う必要がないでしょう．

(2) タイプIIコマンド

タイプIIコマンドは，ディスクのデータフィールドに対する書き込みと読み出しを実行します．リード・ライトの対象となるトラック番号とセクタ番号は，あらかじめトラックレジスタ，セクタレジスタに用意されていなければなりません．FDDとのデータの転送はソフトウェアでデータレジスタを通して1バイトずつ行います．

コマンド名称	コマンドレジスタビット (MSB) (LSB)
リードデータ ライトデータ	100m SEC 0 101m SECa_0

表7-7 タイプIIコマンド

・**マルチレコードフラグ(m)**

連続するセクタでリード・ライトするか(m＝1)，1セクタだけでリード・ライトするか(m＝0)を指定します．ただしマルチレコードを指定できるのは，同一トラックの同一サイドのセクタに限ります．

・**ディレイフラグ(E)**

HLD信号を〝H〟とした後，15msec待ってからHLTをサンプリングするか(E＝1)，ただちにHLTをサンプリングするか(E＝0)を指示します．

・**比較フラグ(C)**

Sフラグで指示したサイド番号と，ディスケットから読み取ったIDフィールト内のサイド番号が一致するかどうかの比較を行うか(C＝1)，行わないか(C＝0)を指示します．

・**アドレスマークフラグ(a)**

a＝0の時，ライトデータ時にアドレスマークに(FB)H(Data Mark)を書きます．
a＝1の時，データアドレスマークに(F8)H(Deleted Data Mark)を書きます．

(3) タイプIIIコマンド

タイプIIIコマンドは，IDフィールドのリードおよびトラック全体のリード・ライトを行います．これらのコマンドは現在ヘッドのあるトラックに対して処理が行われます．

コマンド名称	コマンドレジスタビット (MSB) (LSB)
リードアドレス リードトラック ライトトラック	1100 0E00 1110 0E00 1111 0E00

表7-8 タイプIIIコマンド

・**ディレイフラグ(E)**

タイプIIコマンドの場合と同じです．

リードアドレスコマンドは，最初に出会ったIDフィールドの内容を読み出します．
リードトラックコマンドは，トラック内の全データを読み出します．

ライトトラックコマンドは，トラックに全データを書き出します．

これらのデータは1バイトずつソフトウェアで転送しますが，特にライトトラックコマンドではデータの転送が遅れると(00)Hが書き込まれたものと判断され，誤ったデータが書き込まれてしまいます．また，ライトトラックコマンドでは，ディスケットのフォーマッティングのために0F5Hから0FEHの値がデータレジスタに書き込まれた場合，特別の処理を行います．

DRの内容	MFMの場合（DDEN=“L”）	
	ディスクに書き込むデータ	DRの意味
00 ∫ F4	00 ∫ F4	データ ∫ データ
F5	A1＊	IDAM，DAMの前提データ
F6	C2＊	IDMの前提データ
F7	CRC1 CRC2	内部で計算されたCRC 2バイトを書く
F8	F8	データ（注1）＊
F9 FA	F9 FA	データ データ
FB	FB	データ（注2）＊
FC	FC	データ（注3）＊
FD	FD	データ
FE	FE	データ（注4）＊
FF	FF	データ

（注1）A1＊3バイトに続けて書かれた場合，デリーテッドデータマークとなる
（注2）A1＊3バイトに続けて書かれた場合，データマークとなる
（注3）C2＊3バイトに続けて書かれた場合，インデックスマークとなる
（注4）A1＊3バイトに続けて書かれた場合，IDアドレスマークとなる

表7-9 フォーマット用DR

(4) タイプⅣコマンド

タイプⅣコマンドは，フォースインタープトコマンドの1つだけです．FDCがコマンドを実行中であるかないかにかかわらず，いつでもコマンドレジスタに書き込むことができます．フォースインターラプトコマンドが書き込まれた時，実行中のコマンドがあった場合は，そのコマンドは中止されます．この時，以下に示す条件でFDCのIRQが〝H〟レベルになります．

コマンド名称	コマンドレジスタビット (MSB)　(LSB)
フォース インターラプト	$1101I_3I_2I_1I_0$

I	IRQ発生条件
$I_0=1$	REDY入力の立ち上りでIRQ発生（IRQ=“H”）
$I_1=1$	REDY入力の立ち下りでIRQ発生
$I_2=1$	各インデックスパルス(IP)でIRQ発生
$I_3=1$	無条件でただちにIRQ発生

表7-10 タイプⅣコマンド

(5)　ステータス

FDDの状態やFDCのコマンド実行結果，コマンド実行中の状態はステータスレジスタに表れます．ステータスレジスタはコマンドのタイプによって各ビットが違う意味を持ちます．コマンド実行開始時に所定のビットがプリセットされ，コマンド実行終了直前に内容が確定します．

なおFDCはコマンドの終了，中止をIRQで通知しますが，X1シリーズではIRQを使用しておらず，ステータスレジスタの所定のビットを調べることによって判断しなければなりません．DRQは，データレジスタのリードまたはライトによってリセットされます．

コマンド	ステイタス	意　　味
タイプIコマンド	NOT-READY（STR7）	NOT-READY=1でディスクドライブが動作可能状態でない事を示します．READYとMRの論理和です．
	WRITE-PROTECT（STR6）	WRITE-PROTECT=1でディスクへの書き込みが禁止されている事を示します．WPRT入力の反転コピー．
	HEAD-ENGAGED（STR5）	HEAD-ENGAGED=1でヘッドがメディアに接してすることを示しています．HLDとHLTの論理和．
	SEEK-ERROR（STR4）	SEEK-ERROR=1でベリファイ動作が成功しなかったことを示します．
	CRC-ERROR（STR3）	CRC-ERROR=1でIDフィールド読み出しエラーがあったことを示します．
	TRACKOO（STR2）	TRACKOO=1でディスクのヘッドがトラック0の上にあることを示します．TRACKOOはTROOの反転コピーです．
	INDEX（STR1）	INDEX=1でインデックスホールの検出を示します．IP入力の反転コピー．
	BUSY（STR0）	BUSY=1でFDCがコマンド動作中である事を示します．
タイプII／IIIコマンド	NOT-READY（STR7）	NOT-READY=1でディスクドライブが動作可能状態でない事を示します．READYとMRの論理和です．
	WRITE-PROTECT（STR6）	WRITE-PROTECT=1でディスクへの書き込みが禁止されている事を示します．WPRT入力の反転コピー．
	RECORD-TYPE2／WRITEFAULT（STR5）	リード動作の時，RECORD TYPEの表示としてDMAがDDMのときにセットされます． ライト動作の時，書き込み動作が打ち切られた事を示します．WFの反転コピーです．
	RECORD-NOT-FOUND（STR4）	RECORD-NOT-FOUND=1で指定されたトラック番号，サイド番号，セクタ番号の持ちながら，正しく読み出せたIDフィールドがなかったことを示します．
	CRC-ERROR（STR3）	CRC-ERROR=1で読み出しエラーがあったことを示します．
	LOST-DATA（STR2）	LOST-DATA=1で所用時間内にDRの読み出し，書き込みが行われなかったデータがあったことを示します．
	DATA-REQUEST（STR1）	DATA-REQUEST=1で，FDCがCPUに対してDRの読み出しあるいは書き込みを要求していることを示しています． DRQのコピーです．
	BUSY（STRO）	BUSY=1でFDCがコマンド動作中である事を示します．

表7-11　ステータスレジスタ

7-4　FDDのアクセス

7-4-1　MB8877Aのアクセス

フロッピーをアクセスする時は，前もってドライブ番号，サイド番号，モータ制御(オンでなければならない)を0FFCHの出力ポートに出力し，次いでFDCにコマンドを与えます．FDCはコマンドを解析して処理を開始します．

X1ではMFM方式の320Kバイトしかサポートしていませんでしたが，X1turboでは，記録方式ではFM，MFMの2つを選択でき，記憶容量では320Kバイト，640Kバイト，1Mバイト(フォーマット時)の3つを選択できるようになっています．これらを切り換えるには所定のポートをIN命令で読み出します．従って，FDCへのコマンドは次のような手順で実行します．

リスト7-1 FDCへのコマンドヘッダープログラム

```
        LD      BC, 0FFCH      ┐
        LD      A, 80H         │FDCにドライブ番号，サイド，モニタのオンオフを送信
        OUT     (C), A         ┘
        IN      A, (C)
        LD      C, 0FBH ………………FM方式で記録
        LD      A, 目的のトラック番号
        OUT     (C), A
        LD      C, 0F9H
        LD      A, 現在のトラック番号
        OUT     (C), A
        LD      C, 0F8H
        LD      A, コマンド
        OUT     (C), A
```

リストア，シークのプログラム例を次に示します．

リスト7-2 リストア

```
                        ドライブ番号
RESTR:  LD      BC, 0FFCH      ┐
        LD      A, 0+80H       │FDCにDドライブ番号を知らせる
        OR      80H            │
        OUT     (C), A         ┘
        LD      C, 0F8H        ┐
        LD      A, 00H         │FDCコマンドレヂスタへリストアを送信
        OUT     (C), A         ┘
REST1:  IN      A, (C)         ┐
        AND     01H            │コマンド終了まで待つ
        JR      NZ, REST1      ┘
        RET
        ;
        END
```

リスト7-3 シーク

```
TRACK   EQU     01H
RESTR:  LD      BC, 0FFCH      ┐
        LD      A, 0+80H       │FDCにドライブ番号を送信
        OUT     (C), A         ┘
        LD      C, 0FBH        ┐
        LD      A, TRACK       │FDCデータレジスタに目的のトラック番号を入れる
        OUT     (C), A         ┘
        LD      C, 0F8H        ┐
        LD      A, 10H         │FDCコマンドレジスタにシークを送信
        OUT     (C), A         ┘
REST1:  IN      A, (C)         ┐
        AND     01H            │コマンド終了まで待つ
        JR      NZ, REST1      ┘
        RET
        ;
        END
```

7-4-2 リード・ライトプログラム

X1turboはDMAを搭載しているため，DMAで直接ディスクからRAMへメモリを転送することが可能です．

ディスクとのデータのリード・ライトは256バイト(1セクタ)を単位として行われますので，ソフトウェアでも，1セクタのリード・ライトルーチンを用意して必要なだけのセクタ数のデータをリード・ライトすると便利です．

(1) DMA未使用時の手順(X1の場合)

1. FDDがリード・ライト可能であるかどうかチェックします．
   - ドライブ，サイドをセレクト．モータオン．
   - FDDがREADYになるのを待ちます．
2. リード・ライトする目的トラックへヘッドを移動します．
   - (必要ならば)記録方式を設定します．
   - (必要ならば)記録容量を設定します．
   - 目的トラック番号をデータレジスタに書き込みます．
   - 現在ヘッドがあるトラックの番号をトラックレジスタに書き込みます．
   - シークコマンドをコマンドレジスタに書き込みます．
   - エラーが発生した場合は5回程度リトライします．
3. 目的セクタとの間でデータを転送します．
   - メモリ上のバッファアドレスを設定します．
   - 目的セクタ番号をセクタレジスタに書き込みます．
   - リード・ライトコマンドをコマンドレジスタに書き込みます．
   - データレジスタを通してデータを1バイトずつ転送します．
   - エラーが発生した場合は5回程度リトライします．

データ転送はデータレジスタを通して1バイトずつ行いますが，1バイトの転送は16μsec以内に完了しなければなりません．特にライトコマンドでこれを怠りますと，(00)Hが書き込まれたものと判断されてしまいます．

リード・ライトの終了はステータスレジスタのBUSY(ビット0)が0になることで分かります．

(2) DMA使用時の手順

1. DMA初期設定

   リード動作時
   - ポートA → ポートB転送モードに設定します．
   - ポートAのアドレスとして，FDCのデータレジスタのアドレスに設定します．
   - ポートAを，I/Oアドレスに設定します．(WR1)
   - ポートBを，メモリ，アドレスインクリメントに設定します．(WR2)
   - ブロックがエンドでストップ，RDYをアクティブローとします．
   - DMAをイネーブルにします．(WR6)

   ライト動作時
   - ポートB → ポートA転送モードに設定します．(WR0)

・ポートAの開始アドレスを，RAMの転送開始アドレスに設定します．
・ポートAを，メモリ，アドレスインクリメントに設定します．(WR1)
・ポートBを，I／O，アドレスに固定に設定します．(WR2)
・動作モードをバイトモードに設定し，ポートBの開始アドレスを設定します．
・両ポートの開始アドレスをロード，バイトカウンタをクリアします．
・ポートA → ポートB転送モードに設定します．
・DMAをイネーブルにします．

2．FDDがリード・ライト可能であるかどうかチェックします．
・ドライブ，サイドをセレクト．モータオン．
・FDDがREADYになるのを待ちます．

3．リード・ライトする目的トラックへヘッドを移動します．
・(必要ならば)記録方式を設定します．
・(必要ならば)記録容量を設定します．
・目的トラック番号をデータレジスタに書き込みます．
・現在ヘッドがあるトラックの番号をトラックレジスタに書き込みます．
・シークコマンドをコマンドレジスタに書き込みます．
・エラーが発生した場合は5回程度リトライします．

4．リード・ライト
・目的セクタ番号をセクタレジスタへ書き込みます．
・リード・ライトコマンドをコマンドレジスタへ格納します．
・ステータスレジスタのBUSYが0になるまでデータレジスタからRAMへ転送します．

第８章
サウンド機能

8-1　PSG

8-1-1　PSG(AY-3-8910)について

X1シリーズではPSG(Programmable Sound Generator)としてAY-3-8910を搭載しています．このPSGは8オクターブ，3重和音発声機能を持つほか，2つの汎用I/Oポート(このポートは，ジョイスティック用として使用されています)を持っています．このPSGの構成は次の通りです．

（1）A，Bの2つのI/Oポート
（2）3チャンネルのトーンジェネレータ
（3）1チャンネルのノイズジェネレータ
（4）1チャンネルのエンベロープジェネレータ

このトーンジェネレータは矩形波音源からなっていて，FM音源の主役となるものです．一方，ノイズ，エンベロープはこの主役の引きたて役となります．ノイズは効果音を作る時などに用います．また，エンベロープとは音量の時間的変化のことで，ピアノやオルガンなどに特有の音も，このエンベロープを変えることによって発生させることができます．ノイズとうまく組み合わせれば残響効果も楽しめます．

8-1-2　PSGの原理

PSGの内部構造を図8-1に示します．

このPSGは内部に16個のレジスタを持ちます．各レジスタの機能を以下に示します．

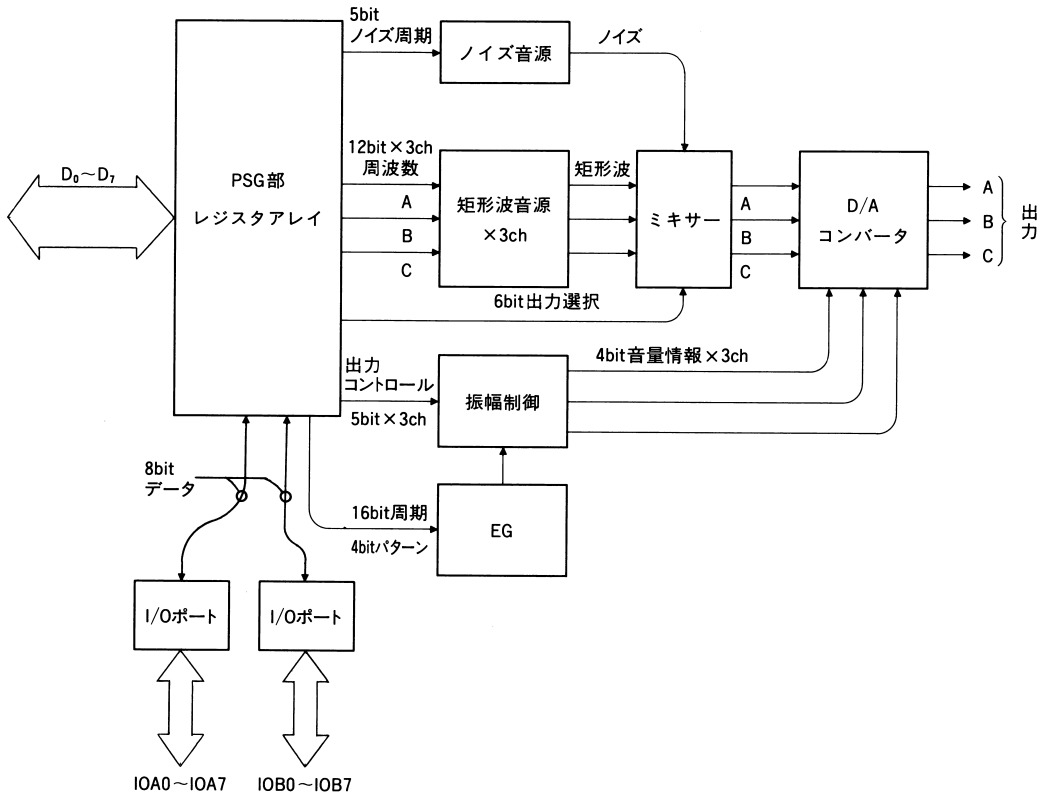



図8-1　PSGの内部構造

レジスタ	機　　能	7	6	5	4	3	2	1	¥	備　考
0	チャンネルA周波数8ビット微調整	00H〜FFH								
1	チャンネルA周波数4ビット粗調整					00H〜0FH				
2	チャンネルB周波数8ビット微調整	00H〜FFH								
3	チャンネルB周波数4ビット粗調整					00H〜0FH				
4	チャンネルC周波数8ビット微調整	00H〜FFH								
5	チャンネルC周波数4ビット粗調整					00H〜0FH				
6	ノイズ周波数5ビット設定				00H〜1FH					
7	各チャンネル音量ON/OFF	IN/OUT		ノイズ			トーン			1 OFF　0 ON
	ジョイスティックポート入出力スイッチ	B	A	C	B	A	C	B	A	1 OUT　0 IN
8	チャンネルA音量設定/エンベロープ				M	L_3	L_2	L_1	L_0	ビット4で切り換え
9	チャンネルB音量設定/エンベロープ				M	L_3	L_2	L_1	L_0	
10	チャンネルC音量設定/エンベロープ				M	L_3	L_2	L_1	L_0	
11	エンベロープ周期下位8ビット	00H〜FFH								
12	エンベロープ周期上位8ビット	00H〜FFH								
13	エンベロープ形状					E_3	E_2	E_1	E_0	0〜15
14	ジョイスティックI/OポートA	00H〜FFH								8ビットパラレルデータ
15	ジョイスティックI/OポートB	00H〜FFH								

表8-1　PSG(AY-3-8910)の各レジスタの機能

8-1-3 レジスタアクセス

PSGのレジスタへのアクセスはシステムI/Oポートによって行います．まずI/Oポート(1C＊＊H)に設定したいレジスタの番号を16進数(00H-0FH)で書き込みます．次に，そのレジスタのリード，ライトを行います．音を発生させる手順は，トーン周波数(R0～R5)，音量(R8, R9, R10)を設定した後チャンネルスイッチ(R7)のビットをON(0)にすることによって行います．

システムI/Oポート	IN/OUT	機　能	BDIR	BC1
―――	――	PSGノンアクティブ	0	0
(1B＊＊)H	IN	PSGからの読み出し	0	1
	OUT	PSGへの書き込み	1	0
(1C＊＊)H	OUT	レジスタを指定	1	1

＊印は無効ディジット

カスタムLSIのゲートにより，システムI/Oポート，及びIN/OUTから自動的にPSGのBDIR端子，BC1端子の値が決まります．

表8-2

8-1-4 トーン周波数設定(R0～R5)

PSGには，3つのトーンジェネレータが搭載されています．各々のトーンジェネレータはたがいに影響し合うことはありません．周波数の設定は粗調整レジスタ(R1, R3, R5)の下位4ビットと，微調整レジスタ(R0, R2, R4)の8ビットによって行われます．

チャンネル	粗調整レジスタ	微調整レジスタ
A	R_1	R_0
B	R_3	R_2
C	R_5	R_4
ビット構成	C7 C6 C5 C4 C3 C2 C1 C0 (C7～C4：未使用) TP11 TP10 TP9 TP8 12ビット トーン周波数 最小値：000000000001(1)	F7 F6 F5 F4 F3 F2 F1 F0 TP7 TP6 TP5 TP4 TP3 VP2 TP1 TP0 最大値：111111111111(4.095_{10})

(a) トーン周波数レジスタの内容と構成

音階	音階	平均律周波数Hz	16進データ
ド	C	32.703	0EEF
ド＃	C＃	34.648	0E1A
レ	D	36.708	0D4D
レ＃	D＃	38.891	0C90
ミ	E	41.203	0BF2
ファ	F	43.654	0B2F
ファ＃	F＃	46.249	0A91
ソ	G	48.999	09F5
ソ＃	G＃	51.913	096A
ラ	A	55.000	08E1
ラ＃	A＃	58.270	0863
シ	B	61.735	07E9

(b) 音階設定周波数データ

表8-3　トーン周波数レジスタの内容と構成

このトーンジェネレータは12ビットの分周器として働き，125kHzを分周します．12ビットで表せる数は0から4095ですので125kHzから30.5Hzまで，30.5Hzステップの周波数が設定できます．

出力周波数に対する設定値の決め方

出力したい周波数を f (kHz)とすると

TP＝125kHz／f	TP	：分周比
CT＋FT／256＝TP／256	FT	：微調整(R0，R2，R4)
	CT	：粗調整(R1，R3，R5)

ただし，FT≦255 とし，CT，FT ともに整数とします．もし，TP が整数にならないときは四捨五入した数で妥協します．

8-1-5　チャンネル音量設定(R8，R9，R10)

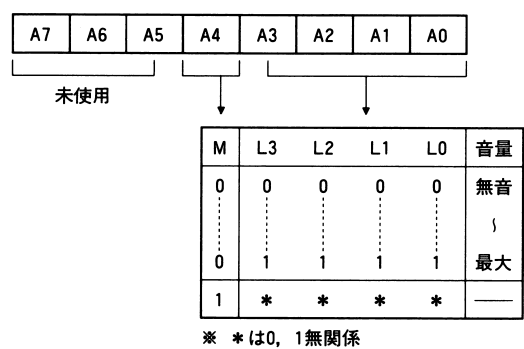



図8-2　チャンネル音量設定レジスタの内容と構成

チャンネルA，B，Cのトーンジェネレータにおける，音量設定モードとエンベロープモードの切り換えはレジスタ R8, R9, R10 のビット 4 によって行います．ビット 4 を 0 にすると音量設定が有効になり，16段階の音量設定ができます．1 にするとエンベロープモードになるので音量設定は無効になります．音を消すには消したいチャンネルの音量設定レジスタの内容を 0 にするか，チャンネルスイッチ(R7)を OFF(1)にします．

8-1-6　チャンネルスイッチ(R7)

チャンネルスイッチ(R7)は各チャンネルのトーン ON／OFF, ノイズの混合, 汎用 I／O ポートの入出力の切り換えを行うレジスタです．ただし，X1 シリーズではこの I／O ポートをジョイスティク用に使用していますので，単なる入力ポートとしてのみ使用することになります．

チャンネルスイッチ(R7)をアクセスする場合は，まず R7 の内容を読みだし，AND，OR 命令などで目的のビットのみをアクセスするようにします．つまり，OFF になっていたチャンネルを ON にするには，読みだした R7 のビットパターンに目的のビットだけが 0 で他のビットが 1 のビットパターンと AND をとり, 得られた結果を R7 に書き込みます. 逆に ON になっていたチャンネル OFF にするときは, 目的のビットだけが 1 で, 他のビットが 0 のビットパターンと OR をとります．

ビット	説　　　　明
B2〜B0	出力させたいトーンチャンネルを選択します．

B2	B1	B0	トーン出力チャンネル		
0	0	0	C	B	A
0	0	1	C	B	—
0	1	0	C	—	A
0	1	1	C	—	—
1	0	0	—	B	A
1	0	1	—	B	—
1	1	0	—	—	A
1	1	1	—	—	—

—印：チャンネルOFF
他：チャンネルON

ビット	説　　　　明
B5〜B3	出力させたいノイズチャンネルを選択します．

B5	B4	B3	ノイズ出力チャンネル		
0	0	0	C	B	A
0	0	1	C	B	—
0	1	0	C	—	A
0	1	1	C	—	—
1	0	0	—	B	A
1	0	1	—	B	—
1	1	0	—	—	A
1	1	1	—	—	—

ビット	説　　　　明
B7, B6	ジョイステック端子２ポートの出力を指定します．

B5	B4	入出力制御
0	0	ジョイステック端子（JS）1・2共に入力
0	1	JS2：入力，JS1：出力
1	0	JS2：出力，JS1：入力
1	1	JS1・2共に出力

表8-4　チャンネルスイッチレジスタの内容と構成

8-1-7　ノイズ周波数設定(R6)

PSGのノイズジェネレータはサンプル&ホールドという方式でノイズを発生させています．ここでいうノイズ周波数とはノイズが持つ周波数帯域幅のことです．ノイズ周波数を低く設定すると〝ザー〞というピンクノイズ，高く設定すると〝シャー〞というホワイトノイズを生じます．ノイズ周波数の設定は，レジスタ6の下位5ビットによって行われます．

図8-3　ノイズ周波数設定レジスタの内容と機能

ノイズはA，B，Cのいずれかのトーンにミキシングされ出力されます．ノイズ音量だけを設定することはできず，ミキシングされたトーンとともに音量設定されることになります．

ノイズ周波数の設定法

出力したいノイズの平均周波数を f (kHz) とすると

R6＝125kHz／f

8-1-8　エンベロープ周期設定レジスタ(R11，R12)

エンベロープモードにするにはエンベロープを付けたいチャンネルの音量設定レジスタのビット4を1にします．これにより音量設定は無効になりエンベロープモードになります．

エンベロープ周期は，粗調整レジスタ R12 の8ビット，微調整レジスタ R11 の8ビットによっておこないます．

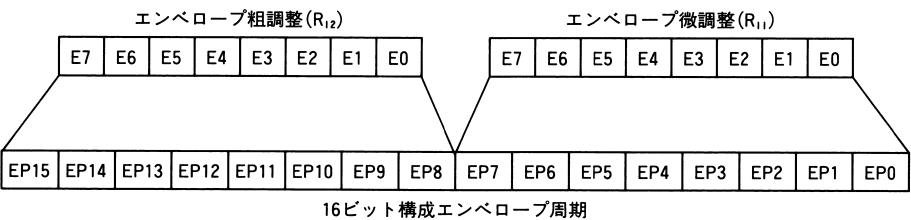



図8-4　エンベロープ周期設定レジスタのビット内容

R11，R12 は合わせて16ビット分周器として働きます．

エンベロープ周期の決め方

エンベロープ周波数を f (kHz) とすると

EP＝125kHz／f	EP	：分周比
R12＋R11／256＝EP／256	R12	：粗調整
	R11	：微調整

音量は最大から無音まで16段階に分けられ，PSG のカウントアップ／ダウンに合わせて段階的に変化します．

8-1-9　エンベロープ形状設定レジスタ(R13)

エンベロープ形状はレジスタ13の下位4ビットで設定します．

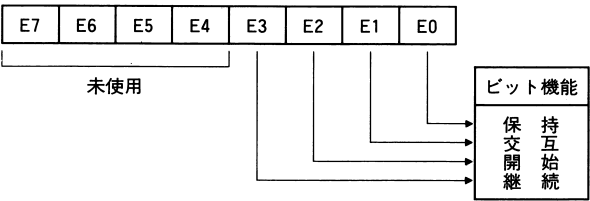



図8-5　エンベロープ形状設定レジスタのビット内容

各ビットの機能を次に示します.

(1) **ビット0：保持(Hold)**

1のとき,カウントアップ／ダウンモードにより一周期目のエンベロープカウンタの最終値(0000または1111)における音量を以後ずっと保持します.

(2) **ビット1：交互(Alternate)**

1のとき,カウントアップの周期とカウントダウンの周期を交互に繰り返します.一周期目のカウントアップ／ダウンは開始ビットによります.

(3) **ビット2：開始(Attack)**

1周期目のカウントアップ／ダウンを設定します.1のとき,エンベロープカウンタは0000から1111までカウントアップし,0のとき,逆に1111から0000までカウントダウンします.

(4) **ビット3：継続(Continue)**

1のとき,サイクルパターンは保持ビットの内容に依存します.0のとき,一周期を実行した後,0000値にリセットされそのとき音量に戻り,再びカウントを始めます.交互ビットが1のとき,この継続ビットは無効となります.また継続ビットが0のとき,保持ビット,交互ビットにかかわらず,一周期目を実行後,0000値に置ける音量を以後ずっと保持します.(このとき保持ビットはカウンタの最終値,継続ビットはカウンタの初期値であることに注意してください)

なお,保持ビットと交互ビットを同時に1としたときはエンベロープカウンタは保持状態に戻る前に初期カウンタ値にリセットされます.

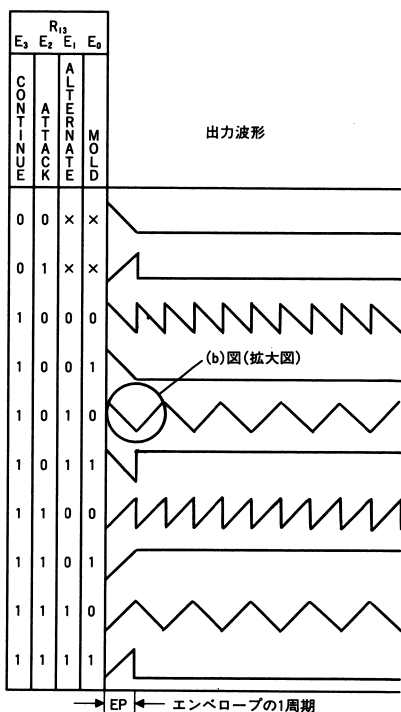
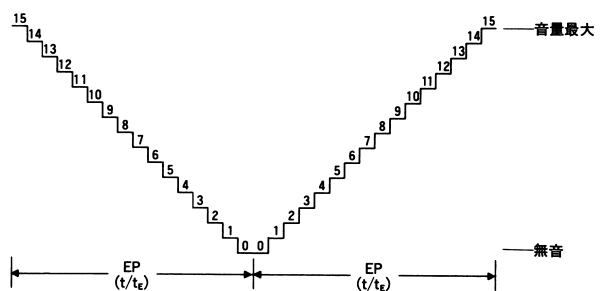
以上の4つのビットにより10通りのエンベロープの形状を設定できます.

(a) 各ビットと出力波形の対応

(b) エンベロープ波形拡大図

図8-6 エンベロープ形状の設定

8-1-10　ジョイスティックポートアクセス

PSGのレジスタ14，15は，A，B 2つの8ビット汎用I/Oポートとして使用しています．X1シリーズではジョイスティック用入力ポートとして使用しています．このI/Oポートはサウンド機能と全く独立したもので，I/Oポートの使用により，音が影響を受けることはありません．

8-2　FM音源

FM音源とは，いろいろな音源同志の波形の加算はもちろん，一つの音源の出力で他の音源にFM変調(周波数変調)をかけることのできる音源です．これによりさまざまな音色を出すことができます．PSGでは簡単な矩形波とノイズしか出せないため音色の表現ができない点がFM音源との根本的な違いです．またFM音源では各音源(オペレータ)ごとにエンベロープジェネレータがついていますのでPSGと違って音量の変化を自由にできます．

X1シリーズにはFM音源ボード(CZ-8BS1)が別売されています．また，X1turbo Zではこれと同等のFM音源が標準装備されています．

8-2-1　FM音源の原理

CZ-8BS1にはYM2151(OPM；FM　OPERATOR　TYPE-M)が搭載されていますこのYM2151は，専用D/Aコンバータである YM3012と組み合わせることにより8音，R(right)/L(left)のステレオオーディオ信号が得られます．X1turbo Zでは，サウンドジェネレータとしてPSG(YM2149)も搭載されていますので，サウンド出力はFM音源とPSGがミキシングされた音が出力されます．他のX1シリーズではFM音源とPSGは全く独立に音を出力します．

FM音源の基本的な構成を下図に示します．

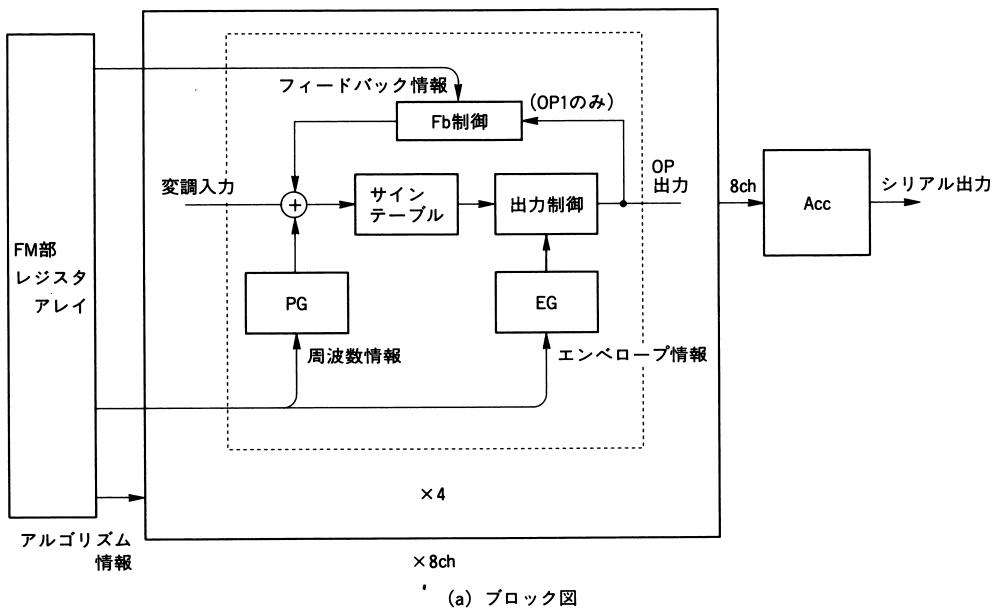
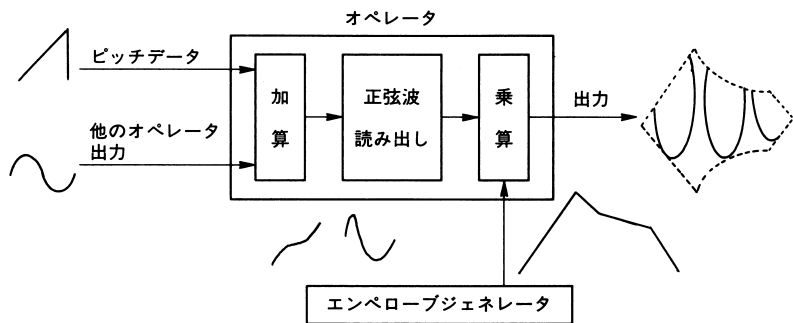
(a) ブロック図

(b) 基本的な構成

図8-7 FM音源の基本的な構成

(1) オペレータ

オペレータとは，自由に周波数と振幅を設定できる正弦波発振器のことです．このFM音源には，1つのチャンネルにつき4個のオペレータを持ち，従来のPSGと同時に出力するミキシングも可能です．オペレータの重要な機能はオペレータ(1)の出力を他のオペレータ(2)に変調信号として加えると，オペレータ(2)の出力はFM変調波となることです．オペレータ(2)中には〝正弦波読み出し部〟と呼ばれる部分があり，正弦波のデータがここにセットされていて，これをピッチデータとオペレータ(1)の出力を加算したものに見合う速度で読み出せば，FM変調波を作り出すことができます．この場合，オペレータ(1)はモジュレータ，オペレータ(2)はキャリアと呼ばれます．なお，4個のオペレータはすべて同等でありモジュレータ，キャリアというのは役割上の分類であることに注意してください．

(2) アルゴリズム

4個のオペレータの組合せ方をアルゴリズムといいます．このFM音源では全部で8種類のアルゴリズムを設定できます．まず，キャリアで音量をコントロールし，モジュレータによってキャリアに特性を出し音色をコントロールします．

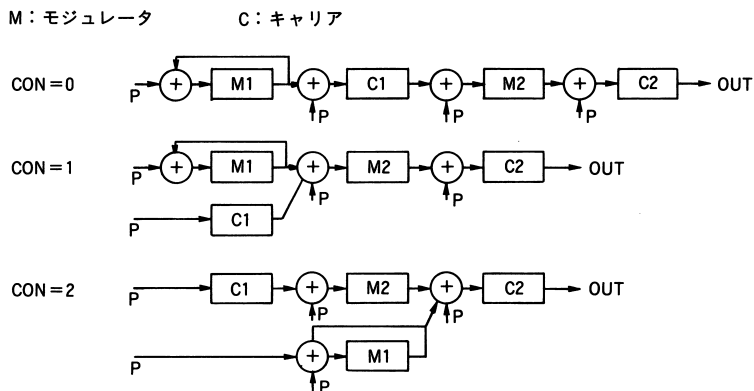
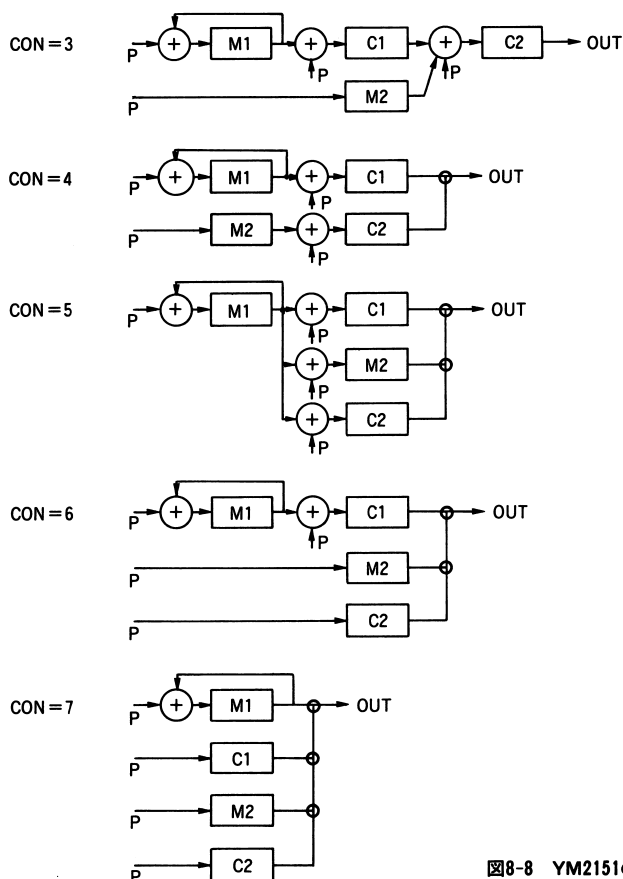



図8-8　YM2151の持つアルゴリズム

複数のモジュレータで１つのキャリアに変調をかける場合は同時に変調するよりは，FM 変調波でさらに FM 変調をかける方が，より多く倍音を生じ明るい音になります

8-2-2　FM 音源のアクセス

FM 音源は PSG に比べてはるかに多くのレジスタがありますので慣れるまではかなり大変です．FM音源のアクセスは，まず，レジスタ(00H～FFH)の設定から始めます．265個のレジスタのうち，どのレジスタをアクセスするかの設定はユーザーI／O ポート 700H(アドレスポート)で行い，データの書き込みは 701H(データポート)で行います．例えば

```
レジスタの設定：LD   BC, 700H;
               LD   A, レジスタの番号(**H);
               OUT  (C), A;
データ・ライト：LD   BC, 701H;
               LD   A, データ;
               OUT  (C), A;
```

のように行います．

8-2-3 FM 音源のレジスタ

FM 音源の各レジスタ名と機能は以下の通りです．

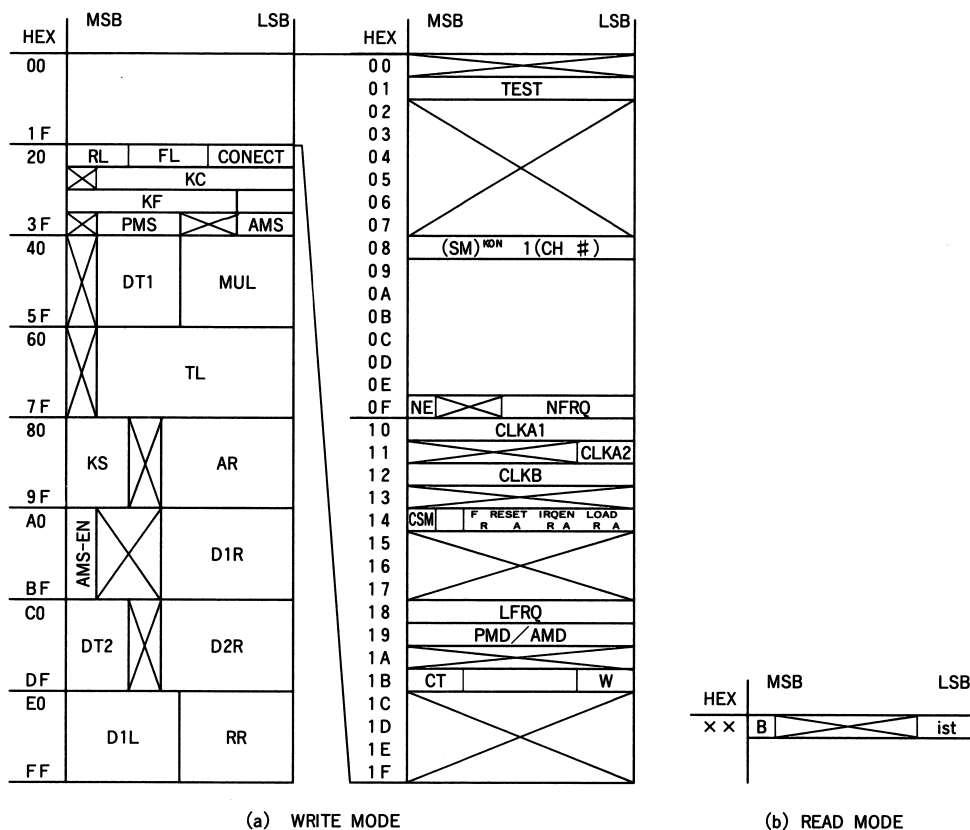



図8-9 アドレスマップ

(A)ライトモード(カッコ内は，レジスタ番号を示します)

(1) TEST(01H)

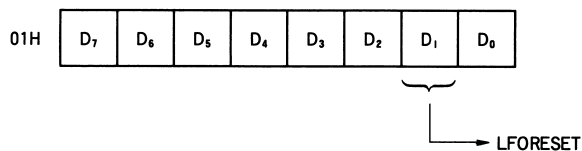



図8-10

YM-2151 のテスト用レジスタで，ビット 1 以外は必ず 0 にしておきます．ビット 1 は LFO リセット用に使われていて，キーオンするときに一度 1 を書き込み，その後また 0 に戻すと LFO がリセットされ，初めから再スタートします．これにより各変調のキーオンのときの同期ができます．

(2) LFO : LOW FREQUENCY OSCILLATOR

LFOの低周波出力は，オペレータの音量や音程に作用して，ビブラートなどのさまざまの効果を作り出すことができます．ただし，LFOの効果が有効なのはキーオン～キーオフの期間内であることに注意して下さい．なお，このLFOは，約53Hzから約0.0008Hzまでの周波数が出せます．

● W : WAVE FORM (1BH)

W		波　形	FM変調	AM変調
D_1	D_0			
0	0	ノコギリ波	+ 0 −	+ 0
0	1	サイン波	+ 0 −	+ 0
1	0	矩形波	+ 0 −	+ 0
1	1	ノイズ	+ 0 (NOISE) −	+ (NOISE) 0

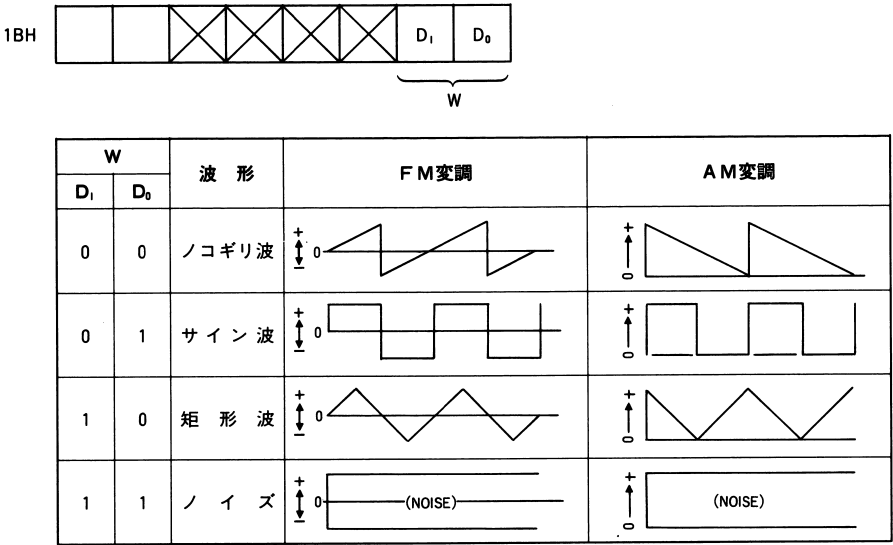



図8-11　出力できる波形

LFOは，ノコギリ波，サイン波，矩形波，ノイズの内から一つを選び出力でき，これにFM変調とAM変調(振幅変調)をかけることができます．この時，出力レベルはFM変調，AM変調とで別々に設定できます．

● CT : CONTROL OUTPUT (1BH)
使用していません．

● LFRQ : LOW FREQUENCY (18H)

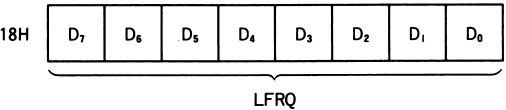



図8-12

8ビットによりLFOの発振周波数を設定します(表8-5)．

DATA (HEX)	FREQ. (Hz)	DATA (HEX)	FREQ. (Hz)	DATA (HEX)	FREQ. (Hz)	DATA (HEX)	FREQ. (Hz)
FF	52.9127	BF	3.3070	7F	0.2067	3F	0.0129
FE	51.2058	BE	3.2004	7E	0.2000	3E	0.0125
FD	49.4989	BD	3.0937	7D	0.1934	3D	0.0121
FC	47.7921	BC	2.9870	7C	0.1867	3C	0.0117
FB	46.0852	BB	2.8803	7B	0.1800	3B	0.0113
FA	44.3784	BA	2.7736	7A	0.1734	3A	0.0108
F9	42.6715	B9	2.6670	79	0.1667	39	0.0104
F8	40.9646	B8	2.5603	78	0.1600	38	0.0100
F7	39.2578	B7	2.4536	77	0.1534	37	0.0096
F6	37.5509	B6	2.3469	76	0.1467	36	0.0092
F5	35.8441	B5	2.2403	75	0.1400	35	0.0088
F4	34.1372	B4	2.1336	74	0.1333	34	0.0083
F3	32.4303	B3	2.0269	73	0.1267	33	0.0079
F2	30.7235	B2	1.9202	72	0.1200	32	0.0075
F1	29.0166	B1	1.8135	71	0.1133	31	0.0071
F0	27.3098	B0	1.7069	70	0.1067	30	0.0067
EF	26.4563	AF	1.6535	6F	0.1033	2F	0.0065
EE	25.6029	AE	1.6002	6E	0.1000	2E	0.0063
ED	24.7495	AD	1.5468	6D	0.0967	2D	0.0060
EC	23.8960	AC	1.4935	6C	0.0933	2C	0.0058
EB	23.0426	AB	1.4402	6B	0.0900	2B	0.0056
EA	22.1892	AA	1.3868	6A	0.0867	2A	0.0054
E9	21.3358	A9	1.3335	69	0.0833	29	0.0052
E8	20.4823	A8	1.2801	68	0.0800	28	0.0050
E7	19.6289	A7	1.2268	67	0.0767	27	0.0048
E6	18.7755	A6	1.1735	66	0.0733	26	0.0046
E5	17.9220	A5	1.1201	65	0.0700	25	0.0044
E4	17.0686	A4	1.0668	64	0.0667	24	0.0042
E3	16.2152	A3	1.0134	63	0.0633	23	0.0040
E2	15.3617	A2	0.9601	62	0.0600	22	0.0038
E1	14.5083	A1	0.9068	61	0.0567	21	0.0035
E0	13.6549	A0	0.8534	60	0.0533	20	0.0033
DF	13.2282	9F	0.8268	5F	0.0517	1F	0.0032
DE	12.8015	9E	0.8001	5E	0.0500	1E	0.0031
DD	12.3747	9D	0.7734	5D	0.0483	1D	0.0030
DC	11.9480	9C	0.7468	5C	0.0467	1C	0.0029
DB	11.5213	9B	0.7201	5B	0.0450	1B	0.0028
DA	11.0946	9A	0.6934	5A	0.0433	1A	0.0027
D9	10.6679	99	0.6667	59	0.0417	19	0.0026
D8	10.2412	98	0.6401	58	0.0400	18	0.0025
D7	9.8144	97	0.6134	57	0.0383	17	0.0024
D6	9.3877	96	0.5867	56	0.0367	16	0.0023
D5	8.9610	95	0.5601	55	0.0350	15	0.0022
D4	8.5343	94	0.5334	54	0.0333	14	0.0021
D3	8.1076	93	0.5067	53	0.0317	13	0.0020
D2	7.6809	92	0.4801	52	0.0300	12	0.0019
D1	7.2542	91	0.4534	51	0.0283	11	0.0018
D0	6.8274	90	0.4267	50	0.0267	10	0.0017
CF	6.6141	8F	0.4134	4F	0.0258	0F	0.0016
CE	6.4007	8E	0.4000	4E	0.0250	0E	0.0016
CD	6.1874	8D	0.3867	4D	0.0242	0D	0.0015
CC	5.9740	8C	0.3734	4C	0.0233	0C	0.0015
CB	5.7607	8B	0.3600	4B	0.0225	0B	0.0014
CA	5.5473	8A	0.3467	4A	0.0217	0A	0.0014
C9	5.3339	89	0.3334	49	0.0208	09	0.0013
C8	5.1206	88	0.3200	48	0.0200	08	0.0013
C7	4.9072	87	0.3067	47	0.0192	07	0.0012
C6	4.6939	86	0.2934	46	0.0183	06	0.0011
C5	4.4805	85	0.2800	45	0.0175	05	0.0011
C4	4.2672	84	0.2667	44	0.0167	04	0.0010
C3	4.0538	83	0.2534	43	0.0158	03	0.0010
C2	3.8404	82	0.2400	42	0.0150	02	0.0009
C1	3.6271	81	0.2267	41	0.0142	01	0.0009
C0	3.4137	80	0.2134	40	0.0133	00	0.0008

表8-5 設定できるLFOの発振周波数

● PMS／AMS：PHASE MODULATION SENSITIVITY／AMPULITUDE MODULATION SENSITIVITY (38H〜3FH)

PMS			MOD. MAX (cent)
D6	D5	D4	
0	0	0	0
0	0	1	±5
0	1	0	±10
0	1	1	±20
1	0	0	±50
1	0	1	±100
1	1	0	±400
1	1	1	±700

AMS		AM MOD (MAX)
D1	D0	
0	0	0 dB
0	1	23.90625dB
1	0	47.8125 dB
1	1	95.625 dB

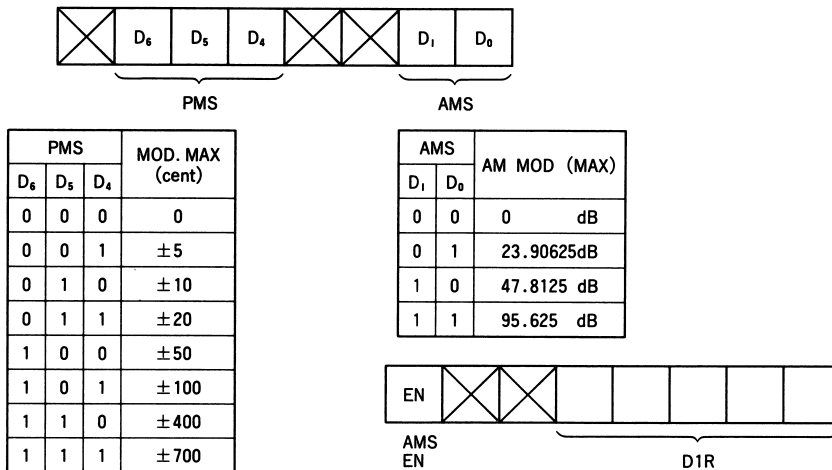



図8-13

PMSはLFOの出力を8ビットコードをKC, KFに加えることによって，ビブラート，ゆらぎのある音を作ります．感度は0を含めて8段階設定できます．AMSはLFAデータに従ってエンベロープジェネレータが振幅変調を行うときの最大変調度を設定します．この振幅変調は，AMS-ENスイッチにより，スロットごとに変調をかけるかどうかを選択できます．このAMSのデータはチャンネルごとに設定します．

● PMD／AMD：PHASE MODULATION DEPTH／AMPLITUDE MODULATION DEPTH (19H)

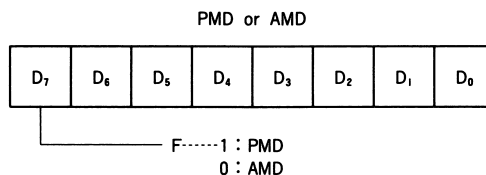



図8-14

AM, PMの変調度を微調整することができます．負の値にすると，波形の極性が逆になります．ビット7で周波数変調と振幅変調の切り換えを行います．残りのビットで出力レベルを1／128の分解能で設定します．なお，PMDの時は2の補数，AMDはバイナリになります．

(3) PG：PHASE GENERATOR

FM音源では，PSGと異なり基準クロックを最大分周した時の周波数を基準にして，出力したい周波数がこの何倍であるかという倍率をあたえて出力したい周波数を設定します．こうすることにより，PSGに比べ高い周波数での誤差が小さくなります．また，キャリア周波数，モジュレータ周波数を設定し，ビブラート効果，ノイズの発生を行うことができます．

● KC：KEY CORD (28H～2FH)

OCT			オクターブ
D6	D5	D4	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

NOTE				NOTE
D3	D2	D1	D0	
0	0	0	0	C#
0	0	0	1	D
0	0	1	0	D#
0	1	0	0	E
0	1	0	1	F
0	1	1	0	F#
1	0	0	0	G
1	0	0	1	G#
1	0	1	0	A
1	1	0	0	A#
1	1	0	1	B
1	1	1	0	C

図8-15

7ビット中上位3ビットがオクターブを表し，下位4ビットがNOTEを表します．

● KF：KEY FRACTION (30H～37H)

KEY FRACTION						KF (Cent)
D7	D6	D5	D4	D3	D2	
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
0	1	0	0	0	0	25
0	1	0	0	0	1	
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
1	0	0	0	0	0	50
1	0	0	0	0	0	
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
1	1	0	0	0	0	75
1	1	0	0	0	1	
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
1	1	1	1	1	1	
0	0	0	0	0	0	00
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫

図8-16

1度の音程差(100セント)を約1.6セントステップで位相情報を設定します．

● MUL : PHASE MULTIPLY (40H～5FH)

MUL	D_0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
	D_1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
	D_2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
	D_3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
MULTIPLY		0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

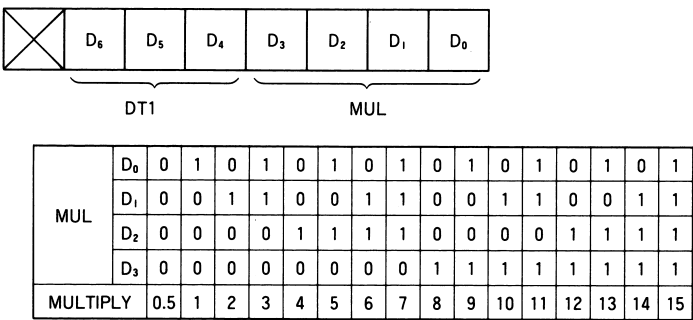



図8-17

KC, KF の位相情報に倍率をかけた位相情報を設定します.

● DT1 : DETUNE(1) (40H～5FH)

ディチューンとは, 各オペレータの周波数にずれをあたえて音に厚みをつけることです. ディチューン1では, KC, KF で設定した位相情報と少し周波数のずれた位相情報を設定します. キーコードによりスケーリングされます.

● DT2 : DETUNE(2) (C0H～DFH)

DT2	D_6	0	1	0	1
	D_7	0	0	1	1
DETUNE	cent	0	+600	+781	+950
	倍	1	+1.41	+1.57	+1.73

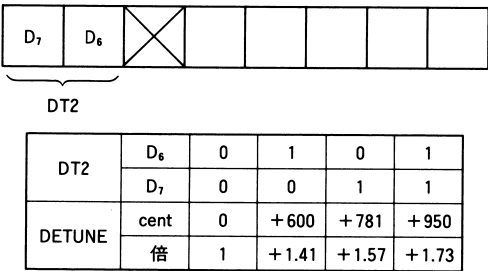



図8-18　ディチューン2

ディチューン2では, KC, KF で設定した位相情報と大きく周波数のずれた位相情報を設定します. これは効果音の発生に有効です. キーコードによりスケーリングされます.

OCT			NOTE		DT1							
					D-CENT				D-FREQ (Hz)			
D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	0	1	2	3	0	1	2	3
0	0	0	0	0	0.000	0.000	5.025	10.036	0.000	0.000	0.053	0.107
0	0	0	0	1	0.000	0.000	4.228	8.445	0.000	0.000	0.053	0.107
0	0	0	1	0	0.000	0.000	3.559	7.110	0.000	0.000	0.053	0.107
0	0	0	1	1	0.000	0.000	2.993	5.980	0.000	0.000	0.053	0.107
0	0	1	0	0	0.000	2.515	5.025	5.025	0.000	0.053	0.107	0.107
0	0	1	0	1	0.000	2.115	4.228	6.338	0.000	0.053	0.107	0.160
0	0	1	1	0	0.000	1.778	3.555	5.330	0.000	0.053	0.107	0.160
0	0	1	1	1	0.000	1.496	2.990	4.483	0.000	0.053	0.107	0.160
0	1	0	0	0	0.000	1.258	2.515	5.025	0.000	0.053	0.107	0.213
0	1	0	0	1	0.000	1.057	3.170	4.225	0.000	0.053	0.160	0.213
0	1	0	1	0	0.000	0.889	2.667	3.555	0.000	0.053	0.160	0.213
0	1	0	1	1	0.000	0.748	2.242	3.735	0.000	0.053	0.160	0.267
0	1	1	0	0	0.000	1.258	2.515	3.143	0.000	0.107	0.213	0.267
0	1	1	0	1	0.000	1.057	2.114	3.170	0.000	0.107	0.213	0.320
0	1	1	1	0	0.000	0.889	1.778	2.667	0.000	0.107	0.213	0.320
0	1	1	1	1	0.000	0.748	1.869	2.615	0.000	0.107	0.267	0.373
1	0	0	0	0	0.000	0.629	1.572	2.515	0.000	0.107	0.267	0.427
1	0	0	0	1	0.000	0.793	1.586	2.114	0.000	0.160	0.320	0.427
1	0	0	1	0	0.000	0.667	1.334	2.001	0.000	0.160	0.320	0.480
1	0	0	1	1	0.000	0.561	1.308	1.869	0.000	0.160	0.373	0.533
1	0	1	0	0	0.000	0.629	1.258	1.729	0.000	0.213	0.427	0.587
1	0	1	0	1	0.000	0.529	1.057	1.586	0.000	0.213	0.427	0.640
1	0	1	1	0	0.000	0.445	1.001	1.445	0.000	0.213	0.480	0.693
1	0	1	1	1	0.000	0.467	0.935	1.308	0.000	0.267	0.533	0.747
1	1	0	0	0	0.000	0.393	0.865	1.258	0.000	0.267	0.587	0.853
1	1	0	0	1	0.000	0.397	0.793	1.123	0.000	0.320	0.640	0.907
1	1	0	1	0	0.000	0.334	0.723	1.056	0.000	0.320	0.693	1.013
1	1	0	1	1	0.000	0.327	0.654	0.935	0.000	0.373	0.747	1.067
1	1	1	0	0	0.000	0.315	0.629	0.865	0.000	0.427	0.853	1.173
1	1	1	0	1	0.000	0.264	0.562	0.865	0.000	0.427	0.907	1.173
1	1	1	1	0	0.000	0.250	0.528	0.865	0.000	0.480	1.013	1.173
1	1	1	1	1	0.000	0.234	0.467	0.865	0.000	0.533	1.067	1.173

表8-6 ディチューン1

(4) OP : FM OPERATOR

フェイズジェネレータからの位相情報にしたがってサインテーブルを読みだします.

● CON : CONNECTION (20H～27H)

FL									
	D_3	0	1	0	1	0	1	0	1
	D_4	0	0	1	1	0	0	1	1
	D_5	0	0	0	0	1	1	1	1
LEVEL		OFF	$\pi/16$	$\pi/8$	$\pi/4$	$\pi/2$	π	2π	4π

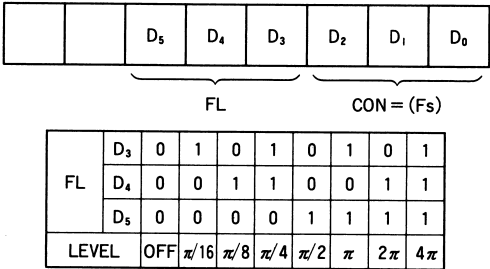



図8-19

アルゴリズムを設定して8通りFM-OP回路構成にでき，それぞれ異なる音色にできます．アルゴリズムは，8-2-1の図を見て下さい．

● FL : SELF FEEDBACK LEVEL (20H～27H)

フィードバックとは，オペレータの出力を再び同じオペレータの入力とすることです．硬い音を出すときは強く，柔らかい音を出すときは弱くかけます．また，フィードバックをかけるだけで強い変調がかかるので，過変調を利用してホワイトノイズなどの効果音に用いることができます．なお，フィードバックのレベルは各音ごとに設定できます．

(5) EG : ENVEROPE GENERATOR

オペレータが〝正弦波読み出し部″の信号にエンベロープジェネレータの出力をかけ合わせ音色，音量の時間的変化を作りだします．この変化はアタック部では指数的，ディケイ部ではすべて直線的変化です．

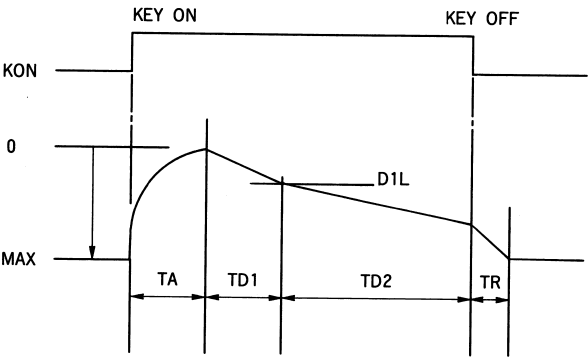



図8-20　エンベロープ

● KON : KEY ON (08H)

FUNCTION	M1	M2	C1	C2
	Modulator 1	Modulator 2	Carrier 1	Carrier 2
SLOT No.	1 2 3 4 5 6 7 8	9 10 11 12 13 14 15 16	17 18 19 20 21 22 23 24	25 26 27 28 29 30 31 32
CH No.	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8

このSlotは，Noiseが
ENABLE ONE＝"1"）
の状態でNoiseのSlot
に切り換ります。

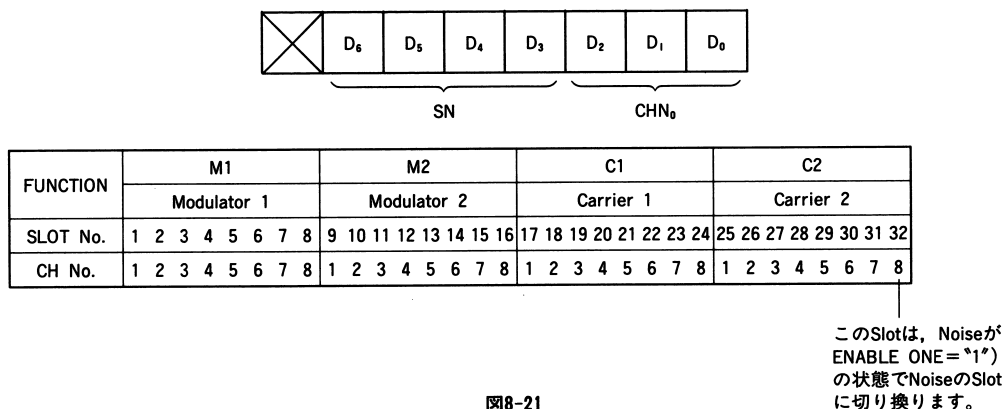



図8-21

チャンネルとスロットを指定し，キーオン(1)することにより音源ボードがアクセスされ，エンベロープジェネレータが動作し始めます．キーオンしたあとは適当な時間の後にキーオフ(0)します．スロットナンバーのD3，D4，D5，D6ビットは同じチャンネルのスロットナンバーの番号の小さい方から順に対応しています．

● AR : ATTACK RATE (80H～9FH)

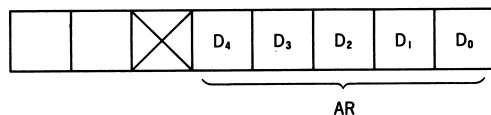



図8-22

キーオンから音量が最大になるまでの速さを設定します．設定値が大きいほど速く音量が最大になります．また，キーコードによりスケーリングが可能です．スケーリングとは，出力したい楽器音の音量やエンベロープが音域によって大きく変化する場合に行う補正のことです．

● D1R : FIRST DECAY RATE (A0H～BFH)

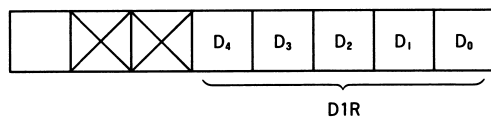



図8-23

音量が最大からD1Lに下がる速さを設定します．D1Rはキーコードによりスケーリングされます．D1Rはキーコードによりスケーリングできます．

● D2R : SECOND DECAY RATE (C0H～DFH)

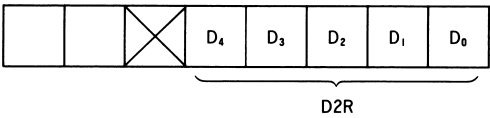



図8-24

キーオン中の状態で音量がD1Lから下がるまでの速さを設定します．D2Rはキーコードによりスケーリングされます．

● RR : RELEASE RATE (E0H～FFH)

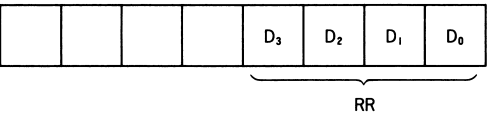



図8-25

キーオフした直後の状態からの音量の下がり速さを設定します．すなわち，余韻の状態を設定します．RRはキーコードによりスケーリングされます．

● D1L : FIRST DECAY LEVEL (E0H～FFH)

D1L			
D_7	D_6	D_5	D_4
24dB	12dB	6dB	3dB

＊D_7-D_4が"ALL "1" = 45^{dB}の時は更に48^{dB}減衰量が加算されます。

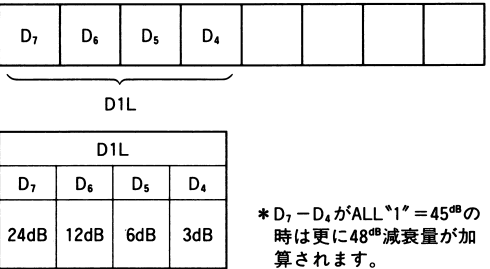



図8-26

EGはこのレベルを経過するとファーストディケイからセカンドディケイに移ります．分解能は3dBです．

● TL : TOTAL LEVEL (60H～7FH)

TL						
D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
43 dB	24 dB	12 dB	6 dB	3 dB	1.5 dB	0.75 dB

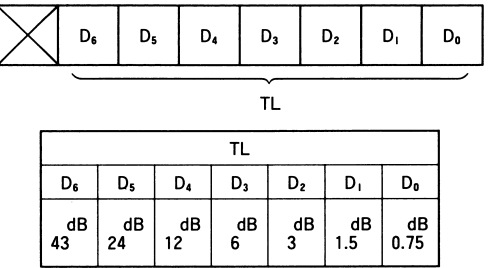



図8-27　TOTAL LEVELの各ビットと重点付け

EGで演奏された各時点での値についてトータルレベルを加算してオペレータに出力し音色(変調度)と音量をコントロールします．最小分解能は0.75dBです．

● KS：KEY SCALING(80H～9FH)

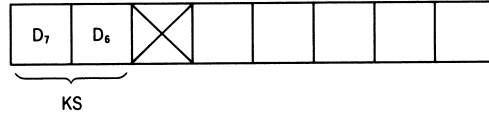



図8-28

AR，D1R，D2R，RRのスケーリングレベルを設定します．

(＊) キースケーリングされた後のRATEは下式の様に入力レート（R）の2倍に下表の値（R_{KS}）を加えたものであります。

(＊＊) AR，D1R，D2Rはレジスタに書き込んだ値を入力レート（R）としますがRRはレジスタに書き込んだ値の2倍に1を加えた値を入力レート（R）として計算します。

RATE＝2＊R＋R_{KS}

計算結果が63より大きな値の時は全てRATE＝63とします。

◇R：入力の各レート（＊＊）

◇R_{KS}：KEY CODEとKSで定まる下表による値

◇但しここでのKEY CODEは下図の様にNoteの下位2ビットは切り捨てたKCを用います。

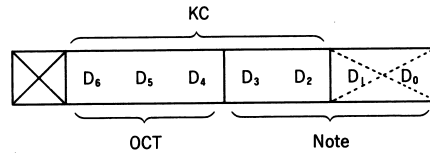
KC	KS 0	KS 1	KS 2	KS 3
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	2
3	0	0	1	3
4	0	1	2	4
5	0	1	2	5
6	0	1	3	6
7	0	1	3	7
8	1	2	4	8
9	1	2	4	9
10	1	2	5	10
11	1	2	5	11
12	1	3	6	12
13	1	3	6	13
14	1	3	7	14
15	1	3	7	15
16	2	4	8	16
17	2	4	8	17
18	2	4	9	18
19	2	4	9	19
20	2	5	10	20
21	2	5	10	21
22	2	5	11	22
23	2	5	11	23
24	3	6	12	24
25	3	6	12	25
26	3	6	13	26
27	3	6	13	27
28	3	7	14	28
29	3	7	14	29
30	3	7	15	30
31	3	7	15	31

スケーリングした後の各レートでアタック，ファストディケイ，セカンドディケイ，リリースの各時間が定まります。

図8-29

＊ 図8-29 で決まるキースケーリング後のRATE 6ビットを，上位4ビット，下位2ビットに分けて表現してあります．
＊(10%－90%) or (90%－10%)の表は，レベルが10%から90%又は，90%から10%に達する時間を示します．
＊(96dB－0dB) or (0dB－96dB)の表は，レベルが0%から100%又は，100%から0%に達する時間を示します．

＊注) この表は，ϕ_M=3.6MHz で計算してあります．

… EG ATTACK TIME …		… EG DECAY TIME …		… EG ATTACK TIME …		… EG DECAY TIME …	
RATE	mSEC(10%－90%)	RATE	mSEC(90%－10%)	RATE	mSEC(96dB－0dB)	RATE	mSEC(0dB－96dB)
15 3	0.00	15 3	1.36	15 3	0.00	15 3	6.73
15 2	0.27	15 2	1.36	15 2	0.53	15 2	6.73
15 1	0.27	15 1	1.36	15 1	0.53	15 1	6.73
15 0	0.27	15 0	1.36	15 0	0.53	15 0	6.73
14 3	0.34	14 3	1.55	14 3	0.64	14 3	7.69
14 2	0.39	14 2	1.81	14 2	0.75	14 2	8.97
14 1	0.47	14 1	2.18	14 1	0.90	14 1	10.76
14 0	0.59	14 0	2.72	14 0	1.12	14 0	13.45
13 3	0.62	13 3	3.11	13 3	1.22	13 3	15.38
13 2	0.73	13 2	3.63	13 2	1.42	13 2	17.94
13 1	0.87	13 1	4.35	13 1	1.71	13 1	21.53
13 0	1.09	13 0	5.44	13 0	2.13	13 0	26.91
12 3	1.25	12 3	6.22	12 3	2.22	12 3	30.75
12 2	1.46	12 2	7.25	12 2	2.60	12 2	35.88
12 1	1.75	12 1	8.70	12 1	3.11	12 1	43.05
12 0	2.19	12 0	10.88	12 0	3.89	12 0	53.81
11 3	2.50	11 3	12.43	11 3	4.45	11 3	61.50
11 2	2.92	11 2	14.51	11 2	5.19	11 2	71.75
11 1	3.50	11 1	17.41	11 1	6.23	11 1	86.10
11 0	4.37	11 0	21.76	11 0	7.79	11 0	107.63
10 3	5.00	10 3	24.87	10 3	8.90	10 3	125.00
10 2	5.83	10 2	29.01	10 2	10.38	10 2	143.50
10 1	7.00	10 1	34.82	10 1	12.46	10 1	172.20
10 0	8.75	10 0	43.52	10 0	15.57	10 0	215.25
9 3	10.00	9 3	49.74	9 3	17.80	9 3	246.00
9 2	11.66	9 2	55.03	9 2	20.76	9 2	287.00
9 1	13.99	9 1	69.63	9 1	24.92	9 1	344.41
9 0	17.49	9 0	87.04	9 0	31.15	9 0	430.51
8 3	19.99	8 3	99.47	8 3	35.60	8 3	492.01
8 2	23.22	8 2	116.05	8 2	41.53	8 2	574.01
8 1	27.39	8 1	139.26	8 1	49.83	8 1	698.81
8 0	34.97	8 0	174.08	8 0	62.29	8 0	861.01
7 3	39.98	7 3	198.95	7 3	71.19	7 3	984.02
7 2	46.65	7 2	232.11	7 2	83.06	7 2	1148.02
7 1	55.98	7 1	278.53	7 1	99.67	7 1	1377.62
7 0	69.97	7 0	348.16	7 0	124.59	7 0	1722.03
6 3	79.97	6 3	397.90	6 3	142.38	6 3	1958.03
6 2	93.30	6 2	464.21	6 2	166.12	6 2	2296.04
6 1	111.96	6 1	557.06	6 1	199.34	6 1	2755.24
6 0	139.95	6 0	696.32	6 0	249.17	6 0	3444.05
5 3	159.94	5 3	795.79	5 3	284.77	5 3	3936.06
5 2	186.60	5 2	928.43	5 2	332.23	5 2	4592.07
5 1	223.91	5 1	1114.11	5 1	398.68	5 1	5510.49
5 0	279.89	5 0	1392.64	5 0	498.35	5 0	6538.11
4 3	319.88	4 3	1591.59	4 3	569.54	4 3	7872.12
4 2	373.19	4 2	1856.85	4 2	664.46	4 2	9154.14
4 1	447.83	4 1	2228.22	4 1	797.35	4 1	11020.97
4 0	559.79	4 0	2785.28	4 0	996.69	4 0	13776.21
3 3	639.76	3 3	3183.18	3 3	1139.08	3 3	15744.24
3 2	746.38	3 2	3713.71	3 2	1328.92	3 2	18338.28
3 1	895.66	3 1	4456.45	3 1	1594.71	3 1	22041.94
3 0	1119.57	3 0	5570.56	3 0	1993.39	3 0	27552.43
2 3	1279.51	2 3	6366.35	2 3	2278.16	2 3	31499.49
2 2	1492.76	2 2	7427.41	2 2	2657.85	2 2	36736.57
2 1	1791.32	2 1	8912.90	2 1	3189.42	2 1	44093.88
2 0	2239.15	2 0	11141.12	2 0	3986.77	2 0	55104.85
1 3	2559.02	1 3	12732.71	1 3	4556.31	1 3	62976.98
1 2	2985.53	1 2	14854.83	1 2	5315.70	1 2	73473.14
1 1	3582.63	1 1	17825.79	1 1	6378.84	1 1	88167.77
1 0	4478.29	1 0	22282.24	1 0	7973.55	1 0	110209.71
0 3	INFINITY	0 3	INFINITY	0 3	INFINITY	0 3	INFINITY
0 2	INFINITY	0 2	INFINITY	0 2	INFINITY	0 2	INFINITY
0 1	INFINITY	0 1	INFINITY	0 1	INFINITY	0 1	INFINITY
0 0	INFINITY	0 0	INFINITY	0 0	INFINITY	0 0	INFINITY

表8-7

(6) ノイズ

ノイズの質はノイズジェネレータのクロックを外部からのコントロールにより変化させることができます.

● NE : NOISE ENABLE (0FH)

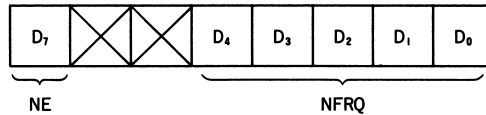



図8-30

ビット7を1とすれば32番目のスロットはノイズとなります.

● NFRQ : NOISE FREQUENCY (0FH)

ノイズ周波数の設定します.

NFRQとノイズ周波数の関係は

$$fNoise^{(KHZ)} = \frac{f_M^{(KHZ)}}{32 * (NFRQ)} \quad \diamond\ f_M = 3579.545^{KHZ} \text{ (YM2151に加えるクロック周波数)}$$

となり約3.5KHzから約111.9KHzの間変化させることができます. このときノイズの周期は

$$TNoise^{(SEC)} = \frac{217-1}{fNoise(HZ)}$$

により求めることが出来, 約37.5SECから約1.17SECの値になります.

(7) タイマー

このFM音源には10ビットのプリセッタブルタイマーA, 8ビットのプリセッタブルタイマーBがありオーバーフロー時にデータバスにフラグを立て割り込みを行うことができます.

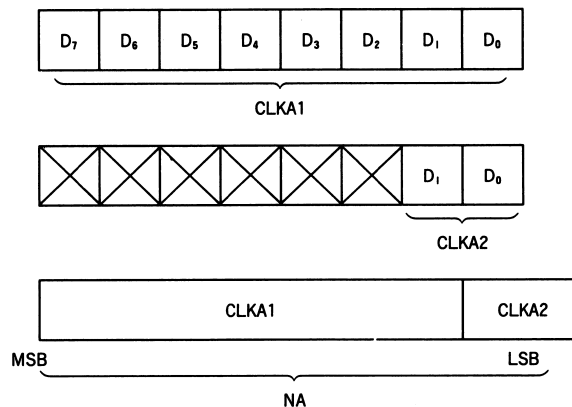
● CLKA (10H, 11H)

$$T_A^{(ms)} = \frac{64 * (1024-NA)}{f_{M(KHZ)}} \quad * f_M = 3579.545_{KHZ} \text{ (YM2151 に加えるクロック周波数)}$$

図8-31

10ビットのプリセッタブルタイマでオーバーフローをしたときはCPUにIRQ割り込みをかけることができます．デバイス内部でオーバーフローしたとき，キーオン信号として利用できます．

● CLKB(12H)

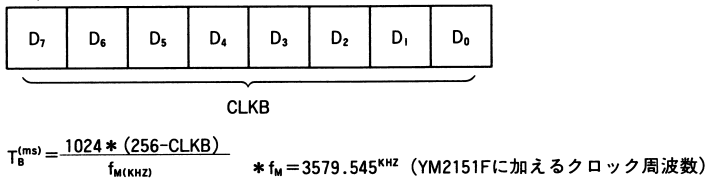



図8-32

8ビットのプリセッタブルタイマでオーバーフローをしたときはCPUにIRQ割り込みをかけることができます．

● IRQEN，LOAD，F RESET，CSM(14H)

IRQEN：タイマーが発生するオーバーフローをフラグレジスタにレジストすることを可能にし割り込み要求も可能にします．

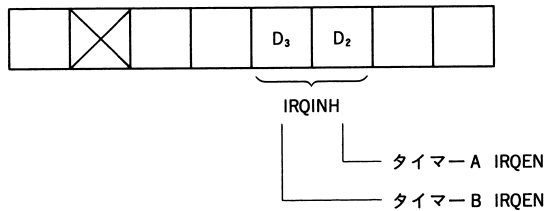



図8-33

LOAD：各タイマの始動，停止をコントロールします．

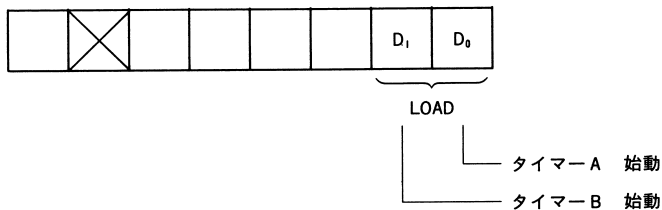



図8-34

F RESET：各タイマがオーバーフローしたことを示すフラグレジスタをリセットします．オーバーフロー時のIRQ割り込みをするか，しないかを決めます．

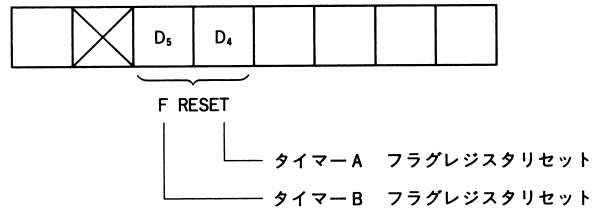



図8-35

CSM：オーバーフロー時に音源のすべてのスロットをキーオンできます.

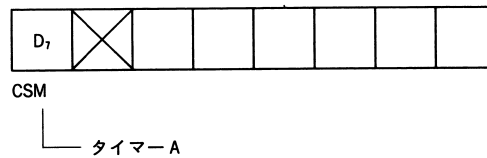



図8-36

(8) ACC : ACCUMULATOR

RL レジスタによりオペレータからのデータをＬ系列，Ｒ系列に入力して加算します．加算されたデータは所定のフォーマットでシリアルに出力されます．

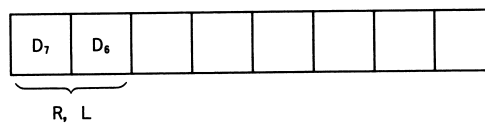
● RL : RIGHT／LEFT (20H～27H)

D_7	D_6	サウンド出力
1	0	Right
0	1	Left
1	1	R/L同時表示
0	0	出力無し

図8-37

R／Lの，出力チャンネルを設定します．

各８つのチャンネルのR／Lオーディオ出力の設定はビット６，７によって行います．

(B)リードモード

YM2151には，読み出しレジスタが１つあります．レジスタ番号を指定する必要はありません．

● B : WRITE BUSY FLAG

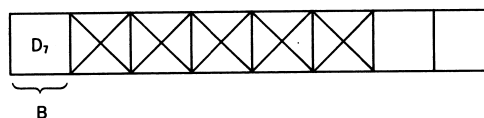



図8-38

書き込み中は1となるフラグです．データを続けて書き込むときは，このフラグが0になったことを確認しながら行います．

● IST

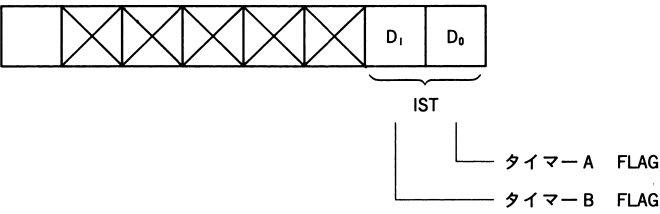



図8-39

フラグレジスタのフラグ状態を示します．タイマのオーバーフローによりISTのいずれかのビットが1になるとIRQ端子がLになります．

8-2-4　キーコードの補正

YM2151(OPM)は，約3.58MHzのシステムクロックで使用したときに，KEY FRACTION(KF)値が0となり，最も ずれの少ない音程となるようにデバイス内部にデータを持っています．しかし，X1ではシステムクロックが4MHzのため音程が約192セント高くなるため補正を必要とします．

補正法：KF=5または6を与えて，ずれを約200セントにします．このときNOTEデータと発音音程の関係は

NOTE	0	1	2	4	5	6	8	9	10	12	13	14
音程	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	C#	C	D

C	D	E	F	G	A	B	C
ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド

図8-40

のように1音高い音になります．

8-2-5　テンポの設定

テンポ設定はCTCによる割り込み処理プログラムで行うことができます．X1turboシリーズでは内蔵のCTC，X1シリーズではCZ-8BS1のCTCを使用します．YM2151内のタイマは使用できません．

内蔵CTC：I／Oポート(1FA0H)

CZ-8BS1のCTC：I／Oポート(704H)

テンポ設定を行うには，CTCのチャンネル0はタイマモードに，チャンネル3はカウンタモードにします．このとき割り込み周期は

T=TC0×TC×P×TC3　　TC0　：チャンネル0時間定数
TC　：システムクロック周期，250nsec
P　：プリスケーラ値
TC3　：チャンネル3時間定数

となります．

```
DI
LD      BC, CTC
LD      A, 00010101B      ;*1.
OUT     (C), A
LD      A, 0FAH           ;時定数
OUT     (C), A
LD      BC, CTC+3
LD      A, VECTER         ;下位ベクターアドレス
OUT     (C), A
LD      A, 11010101B      ;*2.
OUT     (C), A
LD      A, TIME           ;時定数設定
OUT     (C), A
EI
```

*1.

ビット 7	割り込み禁止
ビット 6	タイムモード選択
ビット 5	プリスケーラ値 16
ビット 4	don't care
ビット 3	時間定数をロード後タイマーは動作する
ビット 2	次に書き込まれるデータは時間定数データ
ビット 1	チャンネルは現在の動作を継続する

*2.

ビット 6	カウンタモード選択
ビット 5	カウンタモード時 don't care
ビット 4	CLK/TRGの立ち上がりでダウンカウンタを−1 (本ボードではチャンネル0の時間定数が0の時)

表8-8 テンポの設定例

第9章 各種インターフェイス

X1turboには，プリンターインターフェイス，RS-232Cインターフェイスなどが標準装備されています．(X1では一部オプション)この章には，各インターフェイスの，主としてハードウェア的な側面がまとめてあります．

9-1　プリンターインターフェイス

X1シリーズでは8ビットパラレル転送用出力端子がプリンターインターフェイス用に標準装備されています．

9-1-1　セントロニクスインターフェイス

セントロニクスインターフェイスは，米国のセントロニクス社が，自社のプリンター用に考案した規格です．X1シリーズのプリンターインターフェイスはこのセントロニクス規格に，ほぼ準拠しています．といっても省略したピンがあり，タイミングも若干違うので，純正品以外の「セントロニクス規格準拠」プリンターでは，直接接続できない場合があります．

ピンNo.	信号名	方向※	機能
1	STROBE	出力	データ・ストローブ・パルス
2	DATA 0	出力	8ビット・パラレル・データ
3	〃 1		
4	〃 2		
5	〃 3		
6	〃 4		
7	〃 5		
8	〃 6		
9	〃 7		
10	$\overline{\text{ACKNLG}}$	入力	データ認知パルス
11	BUSY	入力	プリンター動作中ステータス
12	PE	入力	用紙有無ステータス
13	SLCT	入力	プリンター・セレクト・ステータス
14	N.C		ノン・コネクション
15	N.C		
16	0V	――――	ロジック・GND
17	FG	――――	フレーム・GND
18	N.C		

19	PAIR GND	────	1～12ピンのツイスト・ペア線のGND
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31	$\overline{\text{INIT}}$	出　力	プリンター・イニシャライズ
32	$\overline{\text{FAULT}}$	入　力	オフライン or 用紙切れ
33	N. C		
34	N. C		
35	$\overline{\text{FUSE}}$	入　力	ヒューズ断
36	N. C		

※方向はコンピュータ本体から見たとき

(a)　セントロニクスインターフェイス

端子番号	信　号　名	
1	STROBE	ストローブ信号
2	PA 0	パラレルデータ
3	PA 1	〃
4	PA 2	〃
5	PA 3	〃
6	PA 4	〃
7	PA 5	〃

端子番号	信　号　名	
8	PA 6	パラレルデータ
9	PA 7	〃
10	N. C.	非接続
11	BUSY	ビジー信号
12	N. C.	非接続
13	GND	グランド
14	GND	グランド

(b)　X1プリンターインターフェイス

表9-1　セントロニクスインターフェイスとX1プリンターインターフェイス

9-1-2　8255②のビット構成

プリンターインターフェイスには8255(PPI : Programable Peripheral Interface)が使用されています．この8255はA，B，Cの3つの8ビットのポートを持ち，そのうちA，Bの2つのポートをそれぞれ次の3つのモードで使用できます．

MODE 0：制御信号なしの入出力ポート
MODE 1：制御信号つきの入出力ポート
MODE 2：制御信号つきの双方向性の入出力ポート(ポートAのみ)

プリンターインターフェイスでは，MODE1 を使用しています。8255②のポートの中で，プリンターインターフェイスに直接に関係あるのは次の3つです．

ポートＡ(Ｉ／Ｏアドレス１Ａ００Ｈ)：プリンターに出力される８ビットデータ
ポートＢ(Ｉ／Ｏアドレス１Ａ０１Ｈ)：BUSY(ビット３)
ポートＣ(Ｉ／Ｏアドレス１Ａ０２Ｈ)：STROBE(ビット７)

9-1-3 制御信号

X1シリーズではBUSY, STROBEという２本の制御線によってプリンターにデータを送信しています.

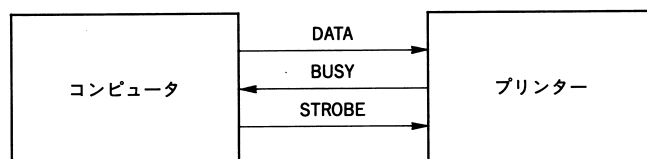



図9-1 プリンターとコンピュータの接続図

(1) BUSY(プリンター → コンピュータ)

BUSY信号(プリンター動作中ステータス)は，プリンターが内部処理中のためデータを受信できない状態あること示す信号です. BUSY信号がＨのときは，Ｌに変わるまで待機します.

(2) STROBE(コンピュータ → プリンター)

STROBE信号(データストローブパルス)は，コンピュータからプリンターへの信号で，プリンターへの出力データの値が確定し，データの取り込みが可能であることを知らせるＬのワンショットパルスです. プリンターは，この信号が来たらデータを読み込みます.

9-1-4 プリンターインターフェイスの動作

プリンターに，データを送出する手順は次のようになります.

(１) BUSY信号がＬであるかを調べ，もしＨであるならばＬになるまで待機する.
(２) ポートＡに，プリンターに送信するデータをセットする.
(３) STROBE信号をＬにする.
(４) 一定時間後(１～30μsec)にSTROBE信号をＨにする.
(５) (１)に戻る.

CZ-8PD2(シャープ専用ドットプリンター)ではコンピュータ本体からのストローブ信号のＬからＨへの立ち上がりエッジでデータをラッチします.

本来セントロニクス規格では，STROBE信号と，BUSY信号，及びACKLNG信号の３つの信号でハンドシェイクを行ないます. (ハンドシェイクとは，送信側と受信側とで互いに信号を出し合ってデータの転送を確認しながら行う方法です.) X1シリーズのプリンターインターフェイスでは，ACKLNG信号が省略されているため，BUSY信号のみを頼りにタイミングを取らなければなりません. プリンターによっては，STROBE信号をＨに戻してから，しばらく待たないとBUSY信号がＨにならないことがあるので注意して下さい. このようなプリンターでは，BUSY信号の読み込みが速すぎるとデータが欠けることがあります. これを避けるには，上記の手順の(４)のあと，適当な長さの待ち時間を挿入します.

ポートCにデータストローブパルスを出すときは，ポートCに直接値を書き込まないで，ポートCビットセット／リセットコマンドをコントロールレジスタ(I／O アドレス 1A03H)に書き込むと，ビット7の状態のみを変えることができます．

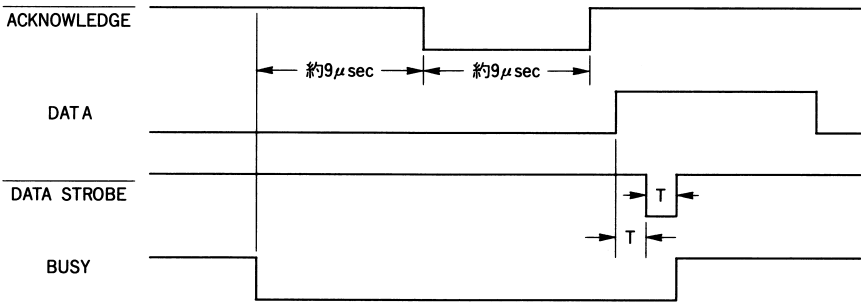
① データ転送速度…………1000～6000CPS
② 同　期　方　式…………外部供給ストローブパルスによる
③ ハンドシェイク…………$\overline{\text{ACKNOWLEDGE}}$, BUSY信号による
④ ロジックレベル…………TTLレベルにコンパチブル

T：0.5μsec以上

図9-2　CZ-8PDデータ受信タイミング

9-2　ジョイスティックインターフェイス

ジョイスティックは，スティック(レバー)を倒した方向をX方向，Y方向にそれぞれ設けられたスイッチによって読み取ります．

X1シリーズにはアタリ社規格のジョイスティック用端子が2つ標準装備されています．これらの端子は，それぞれPSG(AY-3-8910)の2つの8ビット汎用I／Oポートに接続されています．

ジョイスティックインターフェイスを操作するときは，PSGの内部レジスタR7，R14，R15を使用します．

レジスタ	機能	7	6	5	4	3	2	1	0	備考
7	各チャンネル音量ON/OFF	IN/OUT		ノイズ			トーン			1 ON　0 OFF
	ジョイステックポート入出力スイッチ	B	A	C	B	A	C	B	A	1 ON　0 OUT
14	ジョイスティック I/O ポート A	00H～FFH								8ビット パラレル データ
15	ジョイスティック I/O ポート B	00H～FFH								

表9-2　PSGの各レジスタのビット構成

ポートの入出力はR7で設定します．

R7：ビット6(Aポート)　L-入力　H-出力
　　ビット7(Bポート)　L-入力　H-出力

I/Oポート* ビット番号	ジョイスティック 端子番号（機能）
0	1（前）
1	2（後）
2	3（左）
3	4（右）
4	5（—）
5	6（トリガ1）
6	7（トリガ2）
7	9（—）
(GND)	8（GND）

*）ジョイスティック1がポートA
　ジョイスティック2がポートB

表9-3 ジョイスティックインターフェース

ジョイスティックで状態センスを行う場合は必ずI/Oポートを入力に設定して下さい．出力として使用しますと，PSGを破壊するおそれがあります．

9-3 マウスインターフェイス

グラフィックツールなどの座標入力等においては，マウスが大いに威力を発揮します．マウスは，底のボールの回転により，X-Y方向の移動方向を読み取ります．この信号をカウンタに加えることによって，X-Y方向の移動量を知るようになっています．

9-3-1 制御信号

X1シリーズでは，データをRS-232Cと同様の信号形式で送出するタイプのマウスが使われています．従って，インターフェイスはRS-232Cとほぼ同じ構成になっています．

X1turboでは，シリアルマウスインターフェイスとしてZ80-SIO(Serial Input Output)のBチャンネルを使用しています．(X1ではRS-232C／マウスボードはオプション)パラレルデータとシリアルデータの変換はこのSIOによって行われます．マウスインターフェイスの2番ピン(CONT信号)はSIOのRTSB(チャンネルB送信要求)に，3番ピンはRxDB(チャンネルB受信データ端子)に接続されています．

マウスを使うときは，SIOと，SIOにクロックを与えるCTC(Counter／Timer Circuit)のイニシャライズが必要です．マウスからのデータは，ボーレートが4800ボーの非同期(調歩式)のシリアルデータです．そこで，CTCの内部クロック分周比を26，SIOは1／16と設定し，ボーレートを4800ボーにします．

9-3-2 マウスからのデータ

マウスからのデータは，1回につき3バイトです．1バイトは次のようなフィールド構成になっています．

(1) 未送信状態　H
(2) スタートビット　L(1ビット)
(3) データ　D0～D7(8ビット)
(4) ストップビット　H(1ビット)

マウスから送られてくる3バイトのデータは，次のような構成になっています．

データNO.	内　　容
1	ステータス
2	X方向データ　128～127
3	Y方向データ　128～127

表9-4　マウスのデータ構成

データ	内　　容
D_1	スイッチ1の状態を示します。0＝OFF,　1＝ON
D_2	スイッチ2の状態を示します。0＝OFF,　1＝ON
D_3	————
D_4	————
D_5	オーバーフロービット，Xが128以上の時　1
D_5	アンダーフロービット，Xが－129以下の時　1
D_6	オーバーフロービット，Yが128以上の時　1
D_7	アンダーフロービット，Yが－129以下の時　1

表9-5　1バイト目のステータス

9-3-3　データ受信手順

(1) SIOおよびCTCをマウスインターフェイス用に設定しておきます．
　ボーレート：4800ボー．SIOおよびCTCで設定
　フィールド：8ビットデータ，パリティなし，1ストップビット．SIOで設定．
(2) SIOのRTSB(CONT信号)をHからLにします．(CONT信号の立ち下がりが，マウスからのデータ要求信号になります．)ただし，Lの状態が500μsec以上ないとエラーになる場合があります．
(3) 出力データ応答時間の後，先ほど述べたフォーマットでデータを読み込みます．
(4) CONT信号をHに戻します．

9-4　RS-232Cインターフェイス

RS-232Cインターフェイスとは米国のEIA(Electronic Industries Association)により制定されたデータターミナルとモデムの接続方式の規格です．パソコンの世界では，シリアル入出力の標準インターフェイスとして広く普及しています．

9-4-1　ピン配置

X1turboは，RS-232Cインターフェイスを標準装備しています．このインターフェイスにはZ80-SIOのAチャンネルと，Z80-CTCのチャンネル1が使用されています．(X1ではオプション)

標準のRS-232C

ピンNo.	信　号　名	
1	FG(frame ground)	保安用アース
7	SG(signal ground)	信号用アース
2	SD(send data)	送信データ
3	RD(received data)	受信データ
4	RS(request to send)	送信要求
5	CS(clear to send)	受信可
6	DR(data set ready)	モデム・レディ
20	ER(equipment ready)	端末レディ
8	CD(carrier detect)	キャリア検出
22	CI(calling indication)	呼び出し表示

17, RT：受信信号用エレメントタイミング
他はN.C.
X1では，15, ST_2：送信信号エレメントタイミング2
24, ST_1：送信信号エレメントタイミング1
が追加されています。

表9-6　RS-232Cインターフェイスコネクタ端子図

9-4-2 通信モード

X1シリーズのRS-232Cインターフェイスは，Z80-SIOの非同期，同期，SDLCの，どのモードでも使用できるように設計されています．

(1) 非同期：非同期通信では，次のような形式のビットデータを順番に送ることで，1文字分のデータを送信します．

スタートビット：必ず1ビット
データビット　：データビットは5，6，7，8ビットのいずれか．
パリティビット：偶数パリティ，奇数パリティ，パリティ無しのいずれか．
ストップビット：1，1.5，2ビットのいずれか．

受信側は，スタートビットを受けたら，時間を測りながら1文字分のデータを取り込んでいきます．

この非同期通信は同期用の特別な信号線が要らないため，マイコン通信によく用いられます．任意の速度の装置を使用できますが，通信の効率はあまりよくありません．

(2) 同期：システム全体に共通したクロック信号で同期をとる方式で，クロックに合わせてデータを転送します．一定のタイミングで動作するので同程度の速度で動作する装置でないと効率が悪くなります．

X1turboではSIOのクロックとして内部クロック，外部クロックのどちらでも使用できます．内部クロック，外部クロックの切り替えはSIOのDTRBによって行われています．

DTRB　L：内部クロック
　　　　H：外部クロック

外部クロックの場合，ST2は送信用，RTは受信用のクロックとなります．またST1にはシステムクロックをCTC(チャンネル1)で分周したクロックを出力しているので，これを利用することもできます．

9-4-3 ボーレートの設定

ボーレートはSIO及びCTCの設定値で決まります．これらの設定とボーレートの関係は，次の通りです．

ボーレート	SIOの設定値	ボーレート計算値	ボーレート計算値に一番近いCTC出力	CTCの分周比
9600ボー	1/16	153.6kHz	153.85kHz	13
4800	1/16	76.8kHz	76.92kHz	26
2400	1/16	38.4kHz	38.46kHz	52
〃	1/64	153.6kHz	153.85kHz	13
1200	1/16	19.2kHz	19.23kHz	104
〃	1/64	76.8kHz	76.92kHz	26
600	1/16	9.62kHz	9.62kHz	208
〃	1/64	38.4kHz	38.46kHz	52
300	1/64	19.2kHz	19.23kHz	104
150	1/64	9.62kHz	9.62kHz	208

表9-7 SIO，CTCのボーレート別設定値

9-4-4　モデム

マイコン通信でネットワークを作る場合は，たいてい一般の電話回線を使用します．しかし，一般の電話回線はだいたい300Hzから3.4kHzくらいの信号伝達を想定して作られており，RS-232Cの信号をそのまま伝送することができません．そこで，アナログ回線である電話回線にデータ伝送をする変調装置(Modulator)と復調装置(Demodulator)の両方を兼ね備えたモデム(MODEM)というものが必要になります．コンピュータのデータ端末とモデムを接続すインターフェイスがRS-232Cです．

RS-232Cを，入出力装置間の接続に用いるときには次の点に注意して下さい．

(1) 余っているピンを他の用途に使うと，トラブルを生じる場合があります．

(2) 相手側が簡易型RS-232Cインターフェイス(SD，RD，SG，FGの信号線しかない)のときは，次の図のように接続しておかないとインターフェイスが動作しないことがあります．

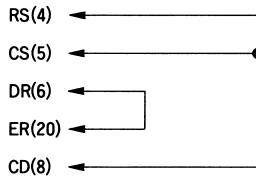



図9-3　相手側が簡易型RS-232Cのときの端末処理

9-5　デジタルテロッパー

デジタルテロッパーは，次のような機能を持つビデオ編集用の周辺機器です．

(1) テレビ，VTRなどの画面とコンピュータ画面を組み合わせて，字幕やコメントなどをいれる(スーパーインポーズ)．

(2) コンピュータ画面およびスーパーインポーズ画面のVTRへの録画

(3) 外部音声端子からの音声と，コンピュータや映像入力系統からの音声とのサウンドミキシング

X1シリーズではデジタルテロッパーとしてCZ-8DTが別売されています．このCZ-8DTはジョイスティック用ポート(出力ポートに設定)に，コンピュータコントロール端子を接続することにより

(1) モードの切り替え

(2) モニタ出力の選択

(3) 映像入力の選択

(4) カットイン／カットアウト機能

をソフトウェアで制御できます．

スーパーインポーズ画面開始はZ80から80C49(サブCPU)にコードを送ることによって行います．スーパーインポーズ画面ではテレビのコントラストを下げることができます．

CONTROL	ジョイ スティック端子 74159入力端子（テロッパ内） FRONT PANEL SW			9	8	7	6	5	4	3	2	1
				NC	GND	NC	$\overline{G_1}$	$\overline{G_2}$	D	C	B	A
COMPUTER CONTROL	MONITOR	∧	REC OUT	×	GND	×	0	‾|_|‾	0	0	0	1
		—	MONITOR−3	×	G	×	0	‾|_|‾	0	0	1	0
		0	MONITOR−2	×	G	×	0	‾|_|‾	0	0	1	1
		9	MONITOR−1	×	G	×	0	‾|_|‾	0	1	0	0
	VIDEO IN	8	VIDEO IN−3	×	G	×	0	‾|_|‾	0	1	0	1
		7	VIDEO IN−2	×	G	×	0	‾|_|‾	0	1	1	0
		6	VIDEO IN−1	×	G	×	0	‾|_|‾	0	1	1	1
	MODE	5	VIDEO	×	G	×	0	‾|_|‾	1	0	0	0
		4	SUPER IMPOSE	×	G	×	0	‾|_|‾	1	0	0	1
		3	COMPUTER	×	G	×	0	‾|_|‾	1	0	1	0
	TELOP CUT	2	OUT	×	G	×	0	‾|_|‾	1	0	1	1
		1	IN	×	G	×	0	‾|_|‾	1	1	0	0
MANUAL CONTROL	上記のスイッチ操作			×	G	×	1	×	×	×	×	×

表9-8 デジタルテロッパーのコントロール

なお，ターボZ専用モニタがあれば，モード設定ポート(1FB0H)のビットをONにすることによりインターレススーパーインポーズ(高解像度のスーパーインポーズ)ができます．

サウンドコントロール　画面モードの切り換えと同様にしてチャンネル，音量，パワーON／OFFの設定ができます．

(1) チャンネルはダイレクトまたはアップ／ダウンの設定
(2) 音量はアップ／ダウンとミュート(消音)，または一定音量(ノーマル値42／64階調)の設定
(3) パワーON／OFFはトグルまたはダイレクトの設定

9-6 ビデオマルチプロセッサ

ビデオマルチプロセッサは，次のような機能を持つビデオ編集用の周辺機器です．

(1) 互いに独立な4入力3出力と2入力1出力の2系統のA(audio)／V(visual)スイッチャーによる映像と音声のソースの切り換えができます．この6系統の入力はすべてブリッジ端子で，オーディオ関係はすべてHi-Fiステレオ対応です．
(2) 映像のカラー信号を安定再生します．(スタビライジング機能)
(3) カラーバランスの補正を行います．(カラーコレクタ機能)
(4) 映像の輪郭補正(ビデオエンハンサー機能)
(5) ABロール編集(複数のビデオを再生しながらの編集)ができるゲンロック端子を持っています．

X1シリーズではビデオマルチプロセッサとしてCZ-8VP1が別売されています．ジョイスティック用ポート(出力ポートに設定)にコンピュータコントロール端子を接続することにより

(1) A／Vスイッチャーの切り換え
(2) エンハンサーおよびカラーコレクターのON／OFF

を行うことができます．

	コンピュータコントロールコード									Tの値
端子	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
ビデオマルチプロセッサ	NC	GND	$\overline{NC}$	$\overline{G2}$	$\overline{G1}$	D	C	B	A	
入力－1	×	GND	×	⊔	⊔	0	0	0	1	1
入力－2	×	G	×	⊔	⊔	0	0	1	0	2
入力－3	×	G	×	⊔	⊔	0	0	1	1	3
入力－4	×	G	×	⊔	⊔	0	1	0	0	4
入力－A	×	G	×	⊔	⊔	0	1	0	1	5
入力－B	×	G	×	⊔	⊔	0	1	1	0	6
――――	×	G	×	⊔	⊔	0	1	1	1	7
――――	×	G	×	⊔	⊔	1	0	0	0	8
――――	×	G	×	⊔	⊔	1	0	0	1	9
――――	×	G	×	⊔	⊔	1	0	1	0	10
エンハンザON-OFF	×	G	×	⊔	⊔	1	0	1	1	11
――――	×	G	×	⊔	⊔	1	1	0	0	12
カラーコレクタOF	×	G	×	⊔	⊔	1	1	0	1	13
カラーコレクタOFF	×	G	×	⊔	⊔	1	1	1	0	14
――――	×	G	×	⊔	⊔	1	1	1	1	15

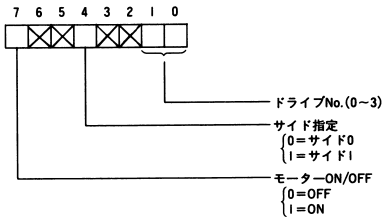
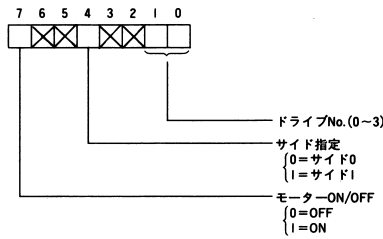



表9-9

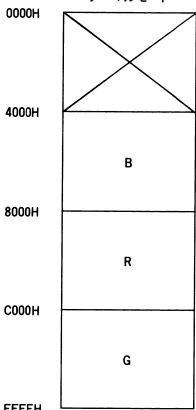
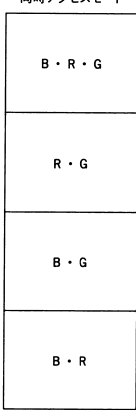
付録

付録A
I/Oマップ

アドレス	名　前	機　種	IN/OUT	内　容
0700 0701 0704 0705 0706 0707	FM音源/CTC	X/T/Z	OUT IN/OUT IN/OUT IN/OUT IN/OUT IN/OUT	YM2151 アドレスポート YM2151 データポート CTC チャンネル 0 CTC チャンネル 1 CTC チャンネル 2 CTC チャンネル 3 turboZ には CTC は付いていない． ただし，0704H 番地は FM 音源機能のソフトウェアチェックに使う．
0800 0801	カラーイメージボード	X/T/Z	OUT IN	カラーイメージボードコントロール 画像データ読み込み
0A00 0A04 0A05 0A06 0A07	立体ボード/CTC	X/T/Z	OUT IN/OUT IN/OUT IN/OUT IN/OUT	立体ボードコントロール CTC チャンネル 0 CTC チャンネル 1 CTC チャンネル 2 CTC チャンネル 3
0B00	増設RAM/ROM バンク切り換え	T/Z	OUT	0B00H 7 6 5 4 3 2 1 0 (bit 4) CS 0～15番のバンクを指定 この1ビットでシステム内かI/Oスロット内かを指定する。 0 =I/Oスロット内メモリー 1 =システム内メモリー スロット内0番　スロット内15番　システム内メモリー 0000H 7FFFH FFFFH
0C*0 0C*1 0C*2 0C*3 0C*4 0C*5 0C*6 0C*7	RS-232Cカード	X	IN/OUT IN/OUT OUT OUT OUT OUT OUT OUT	データ R/W コントロール，ステータス R/W 送信 IEO をリセット 受信 IEO をリセット 送信割り込み許可 送信割り込み禁止 受信割り込み許可 受信割り込み禁止 I/O アドレス中の＊はディップスイッチで設定する。 このポートは，X1 用の RS-232C カードのものであり，turbo 内蔵の RS-232C とは異なる．
 0D00 0D01 0D02 0D03	外部RAMボード (EMM)	X/T/Z	 OUT OUT OUT IN/OUT	EMM0 の場合 アドレス下位指定(00H～FFH) アドレス中位指定(00H～FFH) アドレス上位指定(00H～04H) データ R/W データのリード/ライトの際，内部アドレスは自動的に加算される． EMM1 は 0D04H 番地から，EMM2 は 0D08H 番地からと，4バイトごとに増えて最高64枚までつながる．

アドレス	名　前	機　種	IN/OUT	内　容
	外部ROM	X		
0E00	BASIC ROM		OUT	アドレス上位指定
0E01			OUT	アドレス中位指定
0E02			OUT	アドレス下位指定
0E03			IN	データリード
0E80	漢字ROM(CZ8KR)		IN/OUT	左側データ/アドレス下位指定(00H～FFH)
0E81			IN/OUT	右側データ/アドレス上位指定(00H～FFH)
0E82			OUT	00H：増設用EPROMセレクト 01H：漢字ROMセレクト
0E80	増設用EPROM		IN/OUT	ROM1データ/アドレス(00H～FFH)
0E81			IN/OUT	ROM2データ/アドレス(00H～FFH)
0E82			OUT	00H：増設用EPROMセレクト 01H：漢字ROMセレクト
0FD1	ハードディスク	X/T/Z		コントロール
0FD2				コントロール
0FD3				コントロール
0FE8	8インチFD	T/Z	IN OUT	ステータスレジスタ コマンドレジスタ
0FE9			IN/OUT	トラックレジスタ
0FEA			IN/OUT	セクタレジスタ
0FEB			IN/OUT	データレジスタ
0FEC			IN OUT	FM方式指定 ドライブナンバー，ディスクサイド，モーターONレジスタ
0FED			IN	MFM方式指定
0FEE			IN	1.6Mタイプ指定
0FEF			IN	500K/1M切り換え(無意味)
				0FECH出力内容の意味 7 6 5 4 3 2 1 0 ドライブNo.(0～3) サイド指定 {0=サイド0 1=サイド1} モーターON/OFF {0=OFF 1=ON}
0FF8	5インチFD	X/T/Z	IN OUT	ステータスレジスタ コマンドレジスタ
0FF9			IN/OUT	トラックレジスタ
0FFA			IN/OUT	セクタレジスタ
0FFB			IN/OUT	データレジスタ
0FFC			IN OUT	FM方式指定 ドライブナンバー，ディスクサイド，モーターONレジスタ
0FFD			IN	MFM方式指定
0FFE			IN	1.6M(2HD)タイプ指定
0FFF			IN	500K(2D)/1M(2DD)切り換え
				7 6 5 4 3 2 1 0 ドライブNo.(0～3) サイド指定 {0=サイド0 1=サイド1} モーターON/OFF {0=OFF 1=ON}

アドレス	名　前	機　種	IN／OUT	内　容
1000 1100 1200	グラフィックパレット	X/T/Z Z	OUT IN／OUT	X1/turbo および turboZ のコンパチモード 7 6 5 4 3 2 1 0 10＊＊ 11＊＊ 12＊＊ 縦1列を3桁の2進数とみなして，パレットコードとする． turboZ の多色モード 1)4096色モード アドレス / データ 10　G: 7 6 5 4　R: 3 2 1 0　B: 7 6 5 4　B′: 3 2 1 0 11　G: 7 6 5 4　R: 3 2 1 0　B: 7 6 5 4　R′: 3 2 1 0 12　G: 7 6 5 4　R: 3 2 1 0　B: 7 6 5 4　G′: 3 2 1 0 この12ビットでパレットコードを指定 この12ビット（4ビット×3回）でカラーコードを指定
1300	プライオリティ	X/T/Z	OUT	7 6 5 4 3 2 1 0 各々のグラフィック画面のカラーコードを，テキスト画面より優先して表示するかどうか決定する． たとえば第6ビットが1の場合，黄色はテキスト画面より優先して表示される．
	CG，漢字ROM，PCGアクセス	X/T/Z	IN／OUT	
14＊＊ 15＊＊ 16＊＊ 17＊＊	X1通常アクセスモード	X/T/Z	IN IN／OUT IN／OUT IN／OUT	CGROM アクセス PCG BLUE アクセス PCG RED アクセス PCG GREEN アクセス
14＊0 ∫ 14＊F	X1 turbo 高速アクセスモード	T/Z	IN	CG，漢字 ROM アクセス
15＊0 ∫ 15＊F			IN／OUT	PCG BLUE アクセス
16＊0 ∫ 16＊F			IN／OUT	PCG RED アクセス
17＊0 ∫ 17＊F			IN／OUT	PCG GREEN アクセス I/0ポート 1FD0H 番地の第5ビットが0のとき通常アクセスモード，1のとき高速アクセスモード
1800 1801	CRTC	X/T/Z	OUT	CRTC レジスタ NO.の設定(0～17) CRTC レジスタへのデータ(00H～FFH)

<table>
<tr><th>アドレス</th><th>名　前</th><th>機　種</th><th>IN／OUT</th><th>内　容</th></tr>
<tr><td>1900</td><td>サブCPU80C49
(8255①)</td><td>X/T/Z</td><td>IN／OUT</td><td>
<table>
<tr><th>グループ</th><th>ポート端子</th><th>コントロール内容</th><th>アクティブ</th><th></th></tr>
<tr><td rowspan="12">A</td><td>PA_7</td><td rowspan="8">Z80とのデータ入出力(IN/OUT)
(1900H)</td><td>—</td><td rowspan="12">モード2</td></tr>
<tr><td>PA_6</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_5</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_4</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_3</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_2</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_1</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_0</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PC_7</td><td>Z80Aに対してデータ受け取り指示信号</td><td>L</td></tr>
<tr><td>PC_6</td><td>Z80AがポートAからデータ受け取り信号</td><td>L</td></tr>
<tr><td>PC_5</td><td>Z80Aに対してデータ転送禁止信号</td><td>H</td></tr>
<tr><td>PC_4</td><td>Z80AからのデータをポートAに入力/ラッチ指示信号</td><td>L</td></tr>
<tr><td rowspan="12">B</td><td>PC_3</td><td>未使用</td><td>—</td><td rowspan="12">モード0</td></tr>
<tr><td>PC_2</td><td>カセットLEDの点灯(H:READ, L:WRITE)</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PC_1</td><td>Z80AへのBREAK信号</td><td>L</td></tr>
<tr><td>PC_0</td><td>カセットのEJECTソレノイドコントロール</td><td>L</td></tr>
<tr><td>PB_7</td><td>OBF信号</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PB_6</td><td>ACK信号</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PB_5</td><td>APSS(無記録部検出)</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PB_4</td><td>EJECT SWセンス</td><td>L</td></tr>
<tr><td>PB_3</td><td>未使用</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PB_2</td><td>カセットテープの書き込み禁止用の爪がある状態</td><td>H</td></tr>
<tr><td>PB_1</td><td>カセットがセットされている状態</td><td>H</td></tr>
<tr><td>PB_0</td><td>テープエンド検出</td><td>L</td></tr>
</table>
Z80は，この表においては80C49の周辺デバイスとみなされている．Z80から入出力が可能なのはポートA(PA0～PA7)だけである．ポートB(PB0～PB7)，ポートC(PC0～PC7)をZ80がアクセスすることはできず，80C49と交信して間接的にアクセスすることになる．Z80は1900Hを使ってサブCPUと交信することになる．
</td></tr>
<tr><td>1A＊0
∫
1A＊3</td><td>8255②</td><td>X/T/Z</td><td>IN／OUT</td><td>
<table>
<tr><th>ポート</th><th>ポート端子</th><th>コントロール内容</th><th>アクティブ</th><th></th></tr>
<tr><td rowspan="8">A
OUT
(1A00H)</td><td>PA_7</td><td rowspan="8">プリンター出力データ</td><td>—</td><td rowspan="8">モード0
(グループA)</td></tr>
<tr><td>PA_6</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_5</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_4</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_3</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_2</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_1</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PA_0</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="8">B
IN
(1A01H)</td><td>PB_7</td><td>垂直帰線期間信号</td><td>L</td><td rowspan="12">モード0
(グループB)</td></tr>
<tr><td>PB_6</td><td>データ転送禁止信号</td><td>H</td></tr>
<tr><td>PB_5</td><td>80C49からのデータ受け取り可能指示信号</td><td>L</td></tr>
<tr><td>PB_4</td><td></td><td>—</td></tr>
<tr><td>PB_3</td><td>プリンターからの入力可能指示信号</td><td>L</td></tr>
<tr><td>PB_2</td><td>垂直同期信号</td><td>H</td></tr>
<tr><td>PB_1</td><td>カセット読み出しデータ</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PB_0</td><td>BREAK信号</td><td>L</td></tr>
<tr><td rowspan="8">C
OUT
(1A02H)</td><td>PC_7</td><td>立ち上がりでプリンターは入力データをサンプルする</td><td>立ち上げ</td></tr>
<tr><td>PC_6</td><td>80/40桁 (1＝40桁，0＝80桁)</td><td>—</td></tr>
<tr><td>PC_5</td><td>立ち下げで同時アクセスモード</td><td>立ち上げ</td></tr>
<tr><td>PC_4</td><td>スムーズスクロール信号</td><td>L</td></tr>
<tr><td>PC_3</td><td></td><td>—</td><td rowspan="4">モード0
(グループA)</td></tr>
<tr><td>PC_2</td><td></td><td>—</td></tr>
<tr><td>PC_1</td><td></td><td>—</td></tr>
<tr><td>PC_0</td><td>カセットテープへの書き込みデータ</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="4">コントロールレジスタ設定ポート　OUT (1A03H)</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

アドレス	名　前	機　種	IN／OUT	内　容
				（下記）

8255モード制御(7＝1)
1A03H

7	6	5	4	3	2	1	0
1							

グループ制御		
ポートC（下位）	0	出　力
	1	入　力
ポートB	0	出　力
	1	入　力
モード選択	0	モード0
	1	モード1

グループ制御		
ポートC（上位）	0	出　力
	1	入　力
ポートA	0	出　力
	1	入　力
モード選択	0 0	モード0
	0 1	モード1
	1 X	モード2

8255ビット・セット/リセット(7＝0)(ポートCに対して)
1A03H

7	6	5	4	3	2	1	0
0	╳	╳	╳				

無効ビット

ビット・セット/リセット	0	リセット
	1	セット

ポートC　ビット選択								
ビット	0	1	2	3	4	5	6	7
D_1	0	1	0	1	0	1	0	1
D_2	0	0	1	1	0	0	1	1
D_3	0	0	0	0	1	1	1	1

プリンターへの出力は，次のような手順で行う．
①BUSY(PB3)が0になるのを待つ
②ポートA(1A00H)へデータを出力する
③PC7を立ち上げる(＊→0→1)
PB7(垂直帰線期間信号)，PB2(垂直同期信号)はCRTの状態を読み出すビットで，特にPB7はPCGアクセス時に重要である．
PB6(データ転送禁止信号)はサブCPUとの交信用に使われている．PB6＝1はメインCPUの送信禁止を示す．
PB1はカセットからの読み出しデータである．
PB0はサブCPUからの信号で，CMTがPLAY中BREAKキーが押された時などに0になる．
PC6は80／40桁の切り換えに使う．
PC5は立ち下げ(＊→1→0)で同時アクセスモードになる．ただし同時アクセスモードに移行する前にDI命令で割り込みを禁止しておく必要がある．
PC4は0のときにCRTCの5番レジスタとともに，スーパーインポーズ時のスムーズスクロールを行う．
PC0はカセットテープの書き込みはコマンドであるが，任意の長さの〝1〟を書けるわけではない．
なお，モード設定はIPLが行うので特に改めて設定する必要はない．

アドレス	名　前	機　種	IN/OUT	内　容
1B** 1C**	PSG ジョイスティック	X/T/Z	IN/OUT OUT	PSGデータ(00H~FFH) PSGレジスタ指定(0~15) PSG(AY-3-8910)へのアクセスに用いるポートである．ジョイスティックにアクセスするにはPSGのレジスタR7，R14，R15を使う．ジョイスティックからの入力は負論理である．なお，レジスタ番号の指定は一度行えば続けてアクセスする際には再指定する必要はない． ジョイスティックのデータの意味（R_{14}, R_{15}） 7 6 5 4 3 2 1 0 bit 0: 0=向こうに倒した bit 1: 0=手前に倒した bit 2: 0=左に倒した bit 3: 0=右に倒した bit 4: 未使用 bit 5: 0=トリガー1を押した bit 6: 0=トリガー2を押した bit 7: 未使用
1D** 1E**	IPL(BIOS) ROM ON/OFF	X/T/Z	OUT OUT	IPL ROM ON IPL ROM OFF 出力するデータはダミーである．ONにすると0000Hから7FFFHまでがROMに切り換わる．そのため，ROM切り換えを行うときには，それを行うOUT命令が8000H以降になければならない．ROMがONの時に0Hへジャンプすると IPLが起動する． また，ROMがONのときに0000Hから7FFFHのメモリーにデータを書き込むと，RAMに書き込まれる(ちなみに，読み出しはROMからである)．この手法はシャドウRAMと呼ばれ，これにより64KBが一括してロードできる．
1F8*	DMA	T/Z	I/O	DMAへのコマンド，データ Z80DMAコントローラは(メモリ，I/O)↔(メモリ，I/O)間のデータ転送を高速に行うためのLSIである．DMAにはデータ転送のみではなく，サーチ機能もある．また，転送には特定の番地の内容を，ある範囲にコピーする機能もある．
1F90 1F91 1F92 1F93	SIO	X/T/Z	I/O I/O I/O I/O	チャンネルAデータ チャンネルBデータ チャンネルA制御 チャンネルB制御 チャンネルBはマウスにつながっていて，ボーレートは4800ボーである． RS-232Cカード，CZ-8RSとの互換性はない．CZ-8BM2上のSIOのアドレスは1F98H番地から1F9BH番地が割り当てられている．このカードにはCTCも入っており，アドレスは1FA8Hから1FABHとなっている．これはCTCがボーレートジェネレータの役目もしているからである．
 1FA0 1FA1 1FA2 1FA3	CTC チャンネル0 チャンネル1 チャンネル2 チャンネル3	X/T/Z	 I/O I/O I/O I/O	タイマーモード SIOチャンネルAクロック SIOチャンネルB(マウス)クロック カウンタモード チャンネル0の使うクロックは4MHzで，タイマー周期は4μsecから16.384secまでである．チャンネル1，2は2MHzのクロックを使用している．チャンネル3はチャンネル0をカウントして，最長タイマーは4.194secである． また，SIOのところで説明したように，1FA8H番地から1FABH番地に，もうひとつCTCをつけることができる．また，FM音源ボード，立体ボードなどにもCTCが載る．

<table>
<tr><th>アドレス</th><th>名　前</th><th>機　種</th><th>IN／OUT</th><th>内　容</th></tr>
<tr><td>1FB0</td><td>Zモード指定</td><td>Z</td><td>IN／OUT</td><td>
<table>
<tr><th>データ内容</th><th>コントロール</th></tr>
<tr><td>ビット0</td><td>0＝インターレーススーパーインポーズしない
1＝インターレーススーパーインポーズする</td></tr>
<tr><td>ビット1</td><td>無効</td></tr>
<tr><td>ビット2</td><td>0＝画像取り込みの階調ノーマル
1＝画像取り込みの階調反転
（ビット7, 3＝1のときのみ有効）</td></tr>
<tr><td>ビット3</td><td>0＝画像取り込みをしない
1＝画像取り込みをする
（ビット7＝1のときのみ有効）</td></tr>
<tr><td>ビット4</td><td>0＝4096色1画面モード指定
1＝64色2画面モード指定
（320×200のときのみ有効）</td></tr>
<tr><td>ビット5</td><td>無効</td></tr>
<tr><td>ビット6</td><td>無効</td></tr>
<tr><td>ビット7</td><td>0＝X1/turboコンパチモード
1＝多色（turboZ）モード</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>
1FB9
1FBA
1FBB
1FBC
1FBD
1FBE
1FBF</td><td>テキストパレット指定</td><td>Z</td><td>IN／OUT</td><td>コントロール
青のカラーコード
赤のカラーコード
マゼンタのカラーコード
緑のカラーコード
シアンのカラーコード
黄のカラーコード
白のカラーコード

設定データ
7 6 5 4 3 2 1 0
ビット7, 6: ×（未使用）
ビット5, 4: G
ビット3, 2: R
ビット1, 0: B
RGB各2ビット＝64色を指定できる</td></tr>
<tr><td>1FC0</td><td>Zプライオリティ指定</td><td>Z</td><td>IN／OUT</td><td>
<table>
<tr><th>データ内容</th><th>コントロール</th></tr>
<tr><td>ビット0
ビット1</td><td>0, 0＝テキストはグラフィックより優先
0, 1＝グラフィックはテキストより優先
1, 0＝テキストはグラフィック2面の間に入る
1, 1＝未定義</td></tr>
<tr><td>ビット2</td><td>無効</td></tr>
<tr><td>ビット3</td><td>0＝バンク0はバンク1より優先
1＝バンク1はバンク0より優先</td></tr>
<tr><td>ビット4</td><td>0＝バンク0, 1のうち片方だけを表示する
1＝バンク0, 1を同時に表示する</td></tr>
<tr><td>ビット5
ビット6
ビット7</td><td>無効</td></tr>
</table>
ビット3, 4は2画面モード（→1FB0H番地のビット4）のときのみ有効。
• 多色（turboZ）かつ320×200モードでのみ意味のあるポート
• ビット4＝0のときはビット1＝0とみなされる
• ビット4＝1のときは1FD0Hのビット3は無効</td></tr>
<tr><td>1FC1</td><td>画像取り込み位置補正指定</td><td>Z</td><td>IN／OUT</td><td>7 6 5 4 3 2 1 0
0～255の補正ドット数を指定する。
• 200ラインモード（1FD0Hのビット0＝0）のときのみ有効</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>アドレス</th><th>名　前</th><th>機　種</th><th>IN／OUT</th><th>内　　容</th></tr>
<tr><td>1FC2</td><td>モザイク／量子化取り込み指定</td><td>Z</td><td>IN／OUT</td><td>
7 6 5 4 3 2 1 0
X方向モザイク
<table>
<tr><th>ビット2</th><th>ビット1</th><th>ビット0</th><th>ドット数</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>4</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>8</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>16</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>32</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>64</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>—</td></tr>
</table>
Y方向モザイク
<table>
<tr><th>ビット5</th><th>ビット4</th><th>ビット3</th><th>ドット数</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>4</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>8</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>16</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>32</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>—</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>—</td></tr>
</table>
量子化指定
<table>
<tr><th>ビット7</th><th>ビット6</th><th>階調</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>4ビット階調取り込み(4096色)</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>3ビット階調取り込み(512色)</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>2ビット階調取り込み(64色)</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1ビット階調取り込み(8色)</td></tr>
</table>
備考
64色モードを指定してある場合はビット7＝1として扱われる.
</td></tr>
<tr><td>1FC3</td><td>クロマキー指定</td><td>Z</td><td>IN／OUT</td><td>
7 6 5 4 3 2 1 0
<table>
<tr><th>5</th><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th><th>0</th><th>クロマキーの色指定(8色)</th></tr>
<tr><td>0</td><td>—</td><td>0</td><td>—</td><td>0</td><td>—</td><td>黒</td></tr>
<tr><td>0</td><td>—</td><td>0</td><td>—</td><td>1</td><td>—</td><td>青</td></tr>
<tr><td>0</td><td>—</td><td>1</td><td>—</td><td>0</td><td>—</td><td>赤</td></tr>
<tr><td>0</td><td>—</td><td>1</td><td>—</td><td>1</td><td>—</td><td>マゼンタ</td></tr>
<tr><td>1</td><td>—</td><td>0</td><td>—</td><td>0</td><td>—</td><td>緑</td></tr>
<tr><td>1</td><td>—</td><td>0</td><td>—</td><td>1</td><td>—</td><td>シアン</td></tr>
<tr><td>1</td><td>—</td><td>1</td><td>—</td><td>0</td><td>—</td><td>黄</td></tr>
<tr><td>1</td><td>—</td><td>1</td><td>—</td><td>1</td><td>—</td><td>白</td></tr>
</table>
ビット6: 0：反転クロマキーOFF／1：反転クロマキーON
ビット7: 0：クロマキー指定OFF／1：クロマキー指定ON
ビット0，2，4は未使用
ビット7＝1のときビット6は有効
クロマキーとは，映像画面中の指定した色を抜いて，そこにコンピュータ画面をはめ込むものである.
</td></tr>
<tr><td>1FC4</td><td>スクロール指定</td><td>Z</td><td>IN／OUT</td><td>
<table>
<tr><th>データ内容</th><th>コントロール</th></tr>
<tr><td>ビット0</td><td>0＝スクロールインする
1＝スクロールアウトする</td></tr>
<tr><td>ビット1</td><td>0＝スクロールイン，アウトを繰り返す(旧モード)
1＝一度出たら，スクロールインしない</td></tr>
<tr><td>ビット2</td><td>0＝CRT出力する
1＝CRT出力しない</td></tr>
<tr><td>ビット3</td><td>0＝ビット0～2を無効とする
1＝ビット0～2を有効とする</td></tr>
<tr><td>ビット4
～
ビット7</td><td>未使用</td></tr>
</table>
備考
ビット3＝0のときビット0－2は無効である．このポートはスーパーインポーズと組み合わせて一度だけスクロールさせる機能を持つ．CRTCと8255②の設定も必要である.
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>アドレス</th><th>名 前</th><th>機 種</th><th>IN/OUT</th><th>内 容</th></tr>
<tr><td>1FC5</td><td>多色モードでのグラフィックパレット制御指定</td><td>Z</td><td>IN/OUT</td><td>(このモードは多色モードでのみ有効.
10＊＊H番地−12＊＊H番地と組み合わせて使う)

7 6 5 4 3 2 1 0
ビット3: {0＝パレット書き込みモード
1＝パレット読み出しモード
ビット7: {0＝アクセスOFF(ビット3有効)
1＝アクセスON(ビット3無効)</td></tr>
<tr><td>1FD0</td><td>画面管理</td><td>T/Z</td><td>(IN)/OUT</td><td>
<table>
<tr><th>データ内容</th><th>コントロール</th></tr>
<tr><td>ビット0</td><td>0＝低解像度モニター(200ライン)
1＝高解像度モニター(400ライン) モニター切り換え</td></tr>
<tr><td>ビット1</td><td>0＝1本ラスタ/ドット
1＝2本ラスタ/ドット</td></tr>
<tr><td>ビット2</td><td>0＝ノーマル (8ラスタ/CHAR)(25行, 20行)
1＝漢字 (16ラスタ/CHAR)(12行, 10行)</td></tr>
<tr><td>ビット3</td><td>0＝バンク0表示
1＝バンク1表示</td></tr>
<tr><td>ビット4</td><td>0＝バンク0アクセス
1＝バンク1アクセス</td></tr>
<tr><td>ビット5</td><td>0＝PCGコンパチアクセス
1＝PCG高速アクセス</td></tr>
<tr><td>ビット6</td><td>0＝8ラスタCGアクセス
1＝16ラスタCGアクセス</td></tr>
<tr><td>ビット7</td><td>0＝アンダーラインなし
1＝アンダーラインあり</td></tr>
</table>
BASIC起動直後はビット1＝1となっている.これによりグラフィックを高解像度モニタで200ラインとして扱える(キャラクタは400ライン). turboでは,グラフィックスが400ラインモードの時には偶数段目がバンク0,奇数段目にバンク1の内容が表示される.ビット1が1になっている時には,その時表示されているバンク(ビット3で指定)の内容のパターンを下の段にも表示する.CRTCビット2はテキストの25(or20)↔12(or10)行の指定に使う.CRTCの設定と一緒に操作しないと表示が乱れるので注意が必要.ビット3は640×400モードの時は,無意味である.ビット1が0なら400ラインの表示を行う.ビット5はPCGのアクセス方法の指定で,PCGにアクセスする際には設定が必要である.ビット6は2種類あるCG-ROMのどちらを読み込むかの指定である.ビット7はアンダーラインの設定である.</td></tr>
<tr><td>1FE0</td><td>黒色制御
(スーパーインポーズ時の黒抜き指定)</td><td>T/Z</td><td>(IN)/OUT</td><td>
<table>
<tr><th>データ内容</th><th>コントロール</th><th></th></tr>
<tr><td>ビット0</td><td rowspan="3">黒変換するテキストの色を指定 (0〜7)</td><td></td></tr>
<tr><td>ビット1</td><td></td></tr>
<tr><td>ビット2</td><td></td></tr>
<tr><td>ビット3</td><td>テキストの黒変換のON/OFF</td><td rowspan="4">(1＝ON, 0＝OFF)</td></tr>
<tr><td>ビット4</td><td>グラフィックの黒(透明)を黒変換</td></tr>
<tr><td>ビット5</td><td>グラフィックの青を黒変換</td></tr>
<tr><td>ビット6</td><td>ブランキング期間(枠)を黒変換</td></tr>
<tr><td>ビット7</td><td>未使用</td><td></td></tr>
</table>
グラフィックを黒変換するためにはパレットが0になっている必要がある.また,このポートはturboではOUTのみであるがZではINも可能.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>アドレス</th><th>名　　前</th><th>機　種</th><th>IN／OUT</th><th>内　　　容</th></tr>
<tr><td>1FF0</td><td>スタートポート</td><td>T/Z</td><td>IN</td><td>IPL などのプログラムが必要な情報を得るためのフラグである.

7 6 5 4 3 2 1 0
7: FD DATA
6, 5: 未使用
4: SW1
3: SW2
2: SW3
1: SW4
SW4, SW3, SW2: 本体背面ディップスイッチ（0～7）（ON側で0）
0: 本体前面のHIGH（＝0）/STANDARD(＝1)スイッチ

ビット1～3でBOOT時のディスクを指定する. SWの番号とビット順が逆である事に注意が必要である. 以下にディスクの種類の表を示す.

<table>
<tr><th>No.</th><th>SW2</th><th>SW3</th><th>SW4</th><th>セレクト</th><th>容　量</th><th>記録方式</th><th>フォーマット</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>5(3)インチ</td><td>320Kバイト</td><td>2D　:両面倍密度</td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>5(3)インチ</td><td>640Kバイト</td><td>2DD　:両面倍密度
倍トラック</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>5インチ</td><td>1Mバイト</td><td>2HD　:両面高密度</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>5インチ</td><td>1Mバイト</td><td>2HD　:両面高密度</td><td>IBM</td></tr>
<tr><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>8インチ</td><td>1Mバイト</td><td>2D256:両面倍密度</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>8インチ</td><td>1Mバイト</td><td>2D256:両面倍密度</td><td>IBM</td></tr>
<tr><td>6</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>8インチ</td><td>240Kバイト</td><td>1S128:片面単密度</td><td>IBM</td></tr>
<tr><td>7</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>ハードディスク</td><td>10Mバイト</td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>2000～
27FF</td><td>テキストアトリビュート</td><td>X/T/Z</td><td>IN／OUT</td><td>アトリビュート内のビットの意味
7 6 5 4 3 2 1 0
2～0: キャラクタ色(0～7)
3: 色反転（＝1）
4: 点滅（＝1）
5: CG(＝0)/PCG(＝1)
6: 垂直方向2倍モード(＝1)
7: 水平方向2倍モード(＝1)</td></tr>
<tr><td>3000～
37FF</td><td>テキストV-RAM</td><td>X/T/Z</td><td>IN／OUT</td><td>それぞれのアドレスに画面に対応したキャラクタコードが格納される. また, turboで漢字を表示する場合は, 漢字ROMアドレスの下位8ビットが格納される. 漢字コードの場合, 漢字の左側8ドットか右側8ドットかは, 漢字V-RAMによって指定されるので, テキストV-RAMでは設定の必要はない.</td></tr>
<tr><td>3800～
3FFF</td><td>漢字V-RAM</td><td>T/Z</td><td>IN／OUT</td><td>7 6 5 4 3 2 1 0
3～0: 漢字ROMアドレス上位4ビット
4: 第1水準(＝0)/第2水準orΔPCG外字モード(＝1)
5: アンダーライン（＝1）
6: 漢字左半分（＝0）右半分（＝1）
7: CG, PCG（＝0）漢字（＝1）</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>アドレス</th><th>名　前</th><th>機　種</th><th>IN／OUT</th><th>内　容</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>テキストアトリビュートのビット5と，この漢字V-RAMを使って表示する文字の種類を指定する．その関連を下表に示す．

<table>
<tr><td>テキストアトリビュート</td><td colspan="2">漢字VRAM</td><td rowspan="2">表　示</td></tr>
<tr><td>ビット5＝$\overline{ROM}$/RAM</td><td>ビット7＝$\overline{CG}$/漢字</td><td>ビット4＝$\overline{1}$/2水準</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>無関係</td><td>CG</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>漢字（第1水準）</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>漢字（第2水準）</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>PCG（ノーマル）</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>PCG外字①</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>無関係</td><td>PCG外字②</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>4000～
FFFF</td><td>グラフィックV-RAM</td><td>X/T/Z</td><td>IN／OUT</td><td>
<table>
<tr><td></td><td>ノーマルモード</td><td>同時アクセスモード</td></tr>
<tr><td>0000H</td><td>×</td><td>B・R・G</td></tr>
<tr><td>4000H</td><td>B</td><td>R・G</td></tr>
<tr><td>8000H</td><td>R</td><td>B・G</td></tr>
<tr><td>C000H</td><td>G</td><td>B・R</td></tr>
<tr><td>FFFFH</td><td></td><td></td></tr>
</table>
〔備考〕
同時アクセスモードは1A02H番地，turboでのバンク切り換えは1FD0H番地．
グラフィック画面上のドットのアドレスを計算するためには，次の式を用いるとよい．
X＝X座標，Y＝Y座標として640×200のとき
&H4000＋(X¥8)＋((Y AND 7)＊2^11)＋(Y¥8)＊80
320×200の場合は最後の〝＊80〟が〝＊40〟になる．
turboの400ラインではバンク0とバンク1が一段おきに表示されているので，アドレス計算はY AND 1をバンクNoとし，Y＝Y¥2として前述の式で計算することによって行う．
また，Zでは4096色モード，64色モードが加わり，その色はページ0，1，2，3の順に薄くなっている．</td></tr>
</table>

付録B
turboシリーズ

B-1 BIOS-ROMマップ

B-1-1 項目別

80C49，キー入力関係

$038A	IPLのキー入力	038A
KVECIN	キー入力のインターラプトモードセット	10D0
KVEC00	キー入力のノンインターラプトモードセット	10D6
S49RES	コミュニケーションバッファのクリア	13E5
IN49SB	データの1バイト入力	1408
OT49SB	データの1バイト出力	1413
COMOUT	コマンドの出力	1432
TAK49S	Z-80A間でのデータの受け渡し	143B
INKEYS	キーボードからの1文字入力	1FF0
BRKCKS	SHIFT＋BREAKもしくはCTRL-Cが押されているかのチェック	20D5
KEYSNS	入力されたデータが有効かどうかのチェック	20EB
KEYSN1	ROM用のKEYSNSサブルーチン	20F5
KEYRAM	キー割り込み時の処理	F843

AY-3-8910関係BIOS

PSG関係

PSGINT	PSGデータのイニシャライズ	10B4
BEEP	BEEP音の出力(＝CTRL-G)	1B41
TEMPSB	テンポの設定	656E
MUSICS	音楽の演奏	65AC
MUBFST	音楽データのインターラプトジョブ用データへの変換	65F2

ジョイステイック関係

STRIGS	ジョイスティックのトリガーまたはスペースキーの状態チェック	1D89
STICKS	ジョイスティックの方向，もしくはテンキーの値のチェック	1D92

PCG関係

CGSET	PCGの定義	32AD
CGREAD	CGのパターンデータの読み込み	330D

SIO(RS-232C，マウス)関係

SIOCTC	CTCとSIOのイニシャライズ	6D3F
RSINIT	SIOのチャンネルAのモードセット	6DA5
RXINP	RS-232Cからのデータの入力	6E59
RXSNS	RS-232Cからのデータ入力が可能かのチェック	6E83
TXOUT	RS-232Cへのデータ出力	6E8A
TXSNS	RS-232Cへのデータ出力が可能かのチェック	6EA7
MOUSE0	マウス割り込みモードの解除	6EAF
MOUSE1	マウス割り込みモードの設定	6EC0

かな漢字変換関係

OPENF9	ユーザー辞書モードのオープン処理	F8B7
OPENF8	システム辞書モードのオープン処理	F8BA
OPENF7	音訓辞書モードのオープン処理	F8BD
FINDF7	かな漢字変換処理	F8C0
NEXTF7	次候補漢字のバッファ設定	F8C3
BACKF7	前候補漢字のバッファ設定	F8C6
X1CLF7	漢字の選択と学習機能処理	F8C9
NEXTJS	音訓辞書モード次候補，シフトJISコード入力の処理	F8CC
KEYSNN	キーセンスの処理	F8E7

画面表示関係

$03CB	IPLのメッセージ出力	03CB
$03D9	IPLの1文字表示	03D9
BADSMD	バッドスクリーンモードエラー(コード25)を返す	101D
SCRNSB	スクリーンモードの設定	10DF
CR400S	CRTCの400ライン設定	11D8
ROMASK	BASICのASKコマンドの処理	11E7
WITH80	WIDTH80の設定	1220
WITH40	WIDTH40の設定	1227
CTRLD2	コンソールをイニシャライズしてSCREEN 0,0を行う	12B9
SCRNOT	スクリーンのディスプレイモードの設定	12DB
SCRNIN	スクリーンのアクセスモードの設定	1307
STCLST	テキストV-RAMのクリアー	1377
STCLSG	グラフィックV-RAMのクリアー	139A
INTCRT	スクリーンのイニシャライズ	14BF
CRTCR1	CSIZEサポートのCR+LF出力	16C5
CRTACC	CSIZEサポートの1文字出力	16D3
DEPRT	画面への文字列出力	1754
CR2	現在のカーソルX座標が0以外の時，CR1へ飛び改行動作	1770

CR1	改行する	1778
TABPRT	HTAB PRINTの処理	1780
SPPRT	画面にスペースを表示	178F
ACCPRT	画面に1文字表示	1791
ACCDIS	画面に1文字表示	179D
TBCALC	テキストV-RAM上の任意の行のコネクトフラグのアドレス出力	18B1
ADRCA2	現在のカーソル位置のテキストV-RAM上でのアドレスの計算	18BC
CTRLJB	コントロールコード(00H～1FH)出力の処理	18E1
BINPUT	BASICのINPUT文と同じ処理を行う	1DC2
INPUTF	BASICのLINPUT文と同じ処理を行う	1DE4
BCUYST	HにY座標を入力し，その行の始まっているY座標をDに返す	1F16
ECUYST	HにY座標を入力し，その行の終わり＋1のY座標をDに返す	1F25
SCRGET	BASICのSCRN$と同じ働きをする	1F8F
X1HPDS	XFERモードの設定	274E
FKYDS1	ファンクションキーの表示	2A1B
FKYDSS	ファンクションキーモードを表示	2A22
EDLNDS	XFER／ファンクションモードの表示	2A6B
BOXFUL	4角形を描きその内部を塗りつぶす	5507
BOXSUB	4角形を描く	5604
LINESB	直線を引く	569F
ELHPUT	PUTのルーチン	578D
ELHGET	GETのルーチン	57AA
PSETSB	PSETのルーチン	57F1
RESETS	RESETのルーチン	580C
POINTS	A＝POINT(HL，DE)	58BD
GRAADR	グラフィックアドレスの算出ルーチン(ウィンドウのチェック付き)	5907
GRAAD2	グラフィックアドレスの算出ルーチン	590F
UPADR	グラフィックアドレスを1ライン分上げる	59A8
DWADR	グラフィックアドレスを1ライン分下げる	59FC
CLSGRA	グラフィック画面のクリア	5A4D
WINDO1	ウィンドウを最大にする	5AD8
WINDST	パラメータを与えてウィンドウを設定	5AEA
TILCOL	タイルバッファにカラーパターンを設定	5B99
HPAINT	任意の部分を指定したカラーでペイント	5EA1
TILSET	タイルバッファにタイルパターンを設定	61A5
PATSUB	PATTERN処理ルーチン	623D
POLYSB	多角形，または円・弧を描く	630B
SCRRAM	テキストV-RAMスクロールの処理	F8EA
SETRES	PSET，PRESET，XORの処理	FA39
SETMD	PSET，PRESET，XOR，POINT1の処理	FA3D
RESMD	PSET，PRESET，XOR，POINT0の処理	FA40

漢字処理関係

SFTKTN	シフトJISコード→区点コードの変換	2F07
KTNSFT	区点コード→シフトJISコードの変換	2F2C
JISSFT	JIS漢字コード→シフトJISコードの変換	2F52
SFTJIS	シフトJISコード→JIS漢字コードの変換	2F81
JISVRM	JIS漢字コード→V-RAMデータの変換	2FB6
VRMJIS	V-RAMデータ→JIS漢字コードの変換	3037
SFTCHK	シフトJISコードの上位1バイトかのチェック	3099
KANDAK	JIS漢字コードを濁点付きのコードに変換	30A3
KANHAN	JIS漢字コードを半濁点付きのコードに変換	30F2
ASCKAN	アスキーコードをJIS漢字コードに変換	3119
KANASC	JIS漢字コードをアスキーコードに変換	31A6

関数関係

IFCALL	イリーガルファンクションコールエラー(コード5)を返す	100E
OVERFL	オーバーフローエラー(コード6)を返す	1011
DVBYZR	ディビジョンバイゼロエラー(コード11)を返す	1014
TYPEMS	タイプミスマッチエラー(コード13)を返す	1017
TOOCMP	トゥーコンプレックスエラー(コード16)を返す	101A
SUB	［HL］＝［HL］－［DE］	3AF8
ADD	［HL］＝［HL］＋［DE］	3AFB
CMP	［HL］，［DE］の比較	3DBA
MUL	［HL］＝［HL］×［DE］	3E01
DIV	［HL］＝［HL］÷［DE］	403E
INTDVS	符号付き整数の除算(DE÷HL＝DE…HL)	40E3
INTDVN	符号無し整数の除算(HLDE÷BC＝DE…HL)	411D
INTDVV	符号無し整数の除算(HLDE÷BC＝DE…HL　HL<BC)	4122
CVFLAS	アスキー文字列の浮動小数点型データへの変換	4353
ANDBOH	アスキー文字列の整数型データへの変換	4494
CHCKHX	Aレジスタの値が16進数を表すアスキーコードかどうかをチェック	44E7
CVHLAS	Aレジスタにタイプを入力し，数値を表す文字列を数値に変換する	44F5
HEXCUL	10進数を表すアスキー文字列を数値に変換する	44FA
TOGLE	［HL］＝－［HL］	4526
MULTEN	［HL］＝［HL］×10	4565
DIVTEN	［HL］＝［HL］÷10	4572
MULDEC	［HL］＝［HL］＋A	457F
FLTHEX	整数型データ→浮動小数点型データの変換	45A6
CVNMFL	浮動小数点型データ→符号付きアスキー文字列の変換	45D2
CVASFL	浮動小数点型データ→符号無しアスキー文字列の変換	45F3
CVASIN	整数型データ→符号無しアスキー文字列の変換	46AE

CVASII	HLに入っている整数型データ→アスキー文字列の変換	46B8
CVASSN	整数型データ→符号付きアスキー文字列の変換	46CA
ASCFIV	整数型データ→符号無しアスキー文字列の変換	46E7
HEXHL0	HLに入っている整数型データ→16進数を表すアスキー文字列の変換	46F1
BINFL0	HLに入っている整数型データ→2進数を表すアスキー文字列の変換	46FB
OCTHL0	HLに入っている整数型データ→8進数を表すアスキー文字列の変換	4705
ASCHL	HLに入っている整数型データ→10進数を表すアスキー文字列の変換	4715
BINHL	HLに入っている整数型データ→2進数を表すアスキー文字列の変換	4747
OCTHL	HLに入っている整数型データ→8進数を表すアスキー文字列の変換	4756
KTNHL	HLに入っているシフトJISコード→区点コードを表すアスキー文字列の変換	476F
JISHL	HLに入っているシフトJISコード→JIS漢字コードを表すアスキー文字列の変換	4775
HEXHLB	DEに入っている整数型データ→16進数を表す符号無しアスキー文字列の変換	4779
HEXHL	HLに入っている整数型データ→16進数を表すアスキー文字列にに変換後，DEで指定したアドレスに格納する	477D
HEXA	Aに入っているHEXデータ→16進数を表すアスキー文字列に変換後，DEで指定したアドレスから格納する	478A
USNGCV	書式指定による浮動小数点型データ→アスキー文字列の変換を行う	4908
HEXFLT	HLで示されたアドレスからの浮動小数点型データが−32768<[HL]<65535であれば，整数型に変換した後HLレジスタに格納	4A6E
HLFLT	HLで示されたアドレスからの浮動小数点型データが−32768<[HL]<65535であれば，整数型に変換した後HLレジスタに格納	4A7B
HLFLTO	HLで示されたアドレスからの浮動小数点型データが−32768<[HL]<32767であれば，整数型に変換した後HLレジスタに格納	4A82
POWERS	[HL] = [HL] [DE]	4AD9
ABS	[HL] =ABS [HL]	4B82
INTOPR	[HL] =INT] ¼[HL]	4B8A
SQR	[HL] =SQR [HL]	4BAE
SUM	[HL] =SUM [HL]	4BC3
FACG	[HL] =FAC [HL]	4BF1
ATN	[HL] =ATN [HL]	4C3E
COS	[HL] =COS [HL]	4D07
SIN	[HL] =SIN [HL]	4D20
TAN	[HL] =TAN [HL]	4E25

SGN	[HL] =SGN [HL]	4E5C
RAD	[HL] =RAD [HL]	4E84
PAI	[HL] =PAI [HL]	4E8D
RND	[HL] =RND [HL]	4E96
EXP	[HL] =EXP [HL]	4EC5
LOG	[HL] =LOG [HL]	4FD8
CSNGP	[HL] =CSNG [HL]	50B0
CDBL	[HL] =CDBL [HL]	5102
CSNG	[HL] =CSNG [HL]	5131
CINT0	[HL] =CINT [HL]	5167
CINT	[HL] =CINT [HL]	5179
FIX	[HL] =FIX [HL]	51BE
FIXFLT	[HL] =FIX [HL]	51C4
FRAC	[HL] =FRAC [HL]	5258

データレコーダ関係

TAK49S	SUB CPU(80C49)とZ-80A間でのデータの受け渡し	143B
FMPRHL	CR1を行った後「Found″ファイルネーム，拡張子″」か「Writing″ファイルネーム，拡張子″」の表示を行う	39D6
WRTMES	「Writing」のメッセージデータテーブル	3AD2
FINMES	「Found」のメッセージデータテーブル	3ADA
SKPMES	「Skip」のメッセージデータテーブル	3AE2
SAVE1	データレコーダへのFBCの出力	7020
SAVE2	データレコーダへのデータの出力	7024
LOAD1	データレコーダからのFCBの入力	7047
LOAD2	データレコーダからのデータの入力	704B
VERFY2	データレコーダへ出力したデータとメモリーの内容の比較	705C
CMTCOM	データレコーダへコントロールコードを出力	72C3
CMTSNS	データレコーダの状態チェック	72CD

時計・カレンダ関係

DAYBUF	曜日のメッセージ用データテーブル	0E88
TAK49S	SUB CPU(80C49)とZ-80A間のデータの受け渡し	143B
CVDATS	日付の読み出しと，アスキー文字列での格納	5296
CVDATE	HLで示したアドレスからの3バイトの年・月・日内部コード読み出しと，DEで示すアドレスからのアスキー文字列での格納	5299
CVDAYS	曜日の読み出しと，アスキー文字列での格納	52DF
CVDAY	HLで示したアドレスからの3バイトの年・月・日内部コード読み出しと，DEで示すアドレスからのアスキー文字列での格納	52E2
CVTI$S	時間の読み出しと，アスキー文字列での格納	52FB

CVTIME	HLで示したアドレスからの3バイトの時・分・秒内部コード読み出しと，DEで示したアドレスからのアスキー文字列での格納	5300
CVTIMS	BASICのTIME用の秒数の読み出しと，DEで示したアドレスからの格納	5316
DATSTS	日付設定	532B
DAYSTS	曜日設定	53A8
TI$STS	時刻設定	53D7
TISTS	時刻設定(TIME=？ CR と同じ)	5418

パレット機能関係

PALETI	パレットのイニシャライズとプライオリティの設定	134C
STPRIO	パレットとプライオリティの設定	1359
PALETF	パレットとプライオリティを全て0にする	136C
PALSET	パレットのカラーを設定	1480

プリンター関係

PNORDY	プリンターオフラインエラー(コード73)を返す	1029
CR1PRP	FILOUT＝0→CR1，FILOUT＝1→CR1LPLへと処理を渡す	37AB
CR1LPL	プリンターへのCR／LFのコード出力とLPOSのクリア	37B2
CR1LTP	プリンターへのCR／LFのコードを出力	380F
ACCPRP	FILOUT＝0→ACCPRT，FILOUT＝1→ACCLPLへと処理を渡す	3831
ACCLPL	プリンターへの1文字出力	3839
HLLPRT	HLレジスタの示すアドレスから始まるデータテーブルのデータのプリンターへの出力	3927
ACCLPT	プリンターへの1文字出力	3983
LPTSNS	プリンター状態のチェック	39A1
TABPRP	FILOUT＝0→TABPRT，FILOUT＝1→TABLPLへと処理を渡す	39BA
TABLPL	プリンター水平タブ出力	39C1
BITDES	ビットイメージLPRINT用バッファの出力	F8DE
HCOPYS	HCOPYの処理	F8E1
CPSM23	HCOPYの処理(WIDTH，20 or WIDTH，10)	F8E4

フロッピー関係

$00F5	IPLが正常にBOOTできなかった場合のエラー処理	00F5
$021A	IPLからの2D 3インチまたは5インチディスクのリード	021A
DIOERR	デバイスI／Oエラー(コード56)を返す	1000
TWRTPR	書き込み禁止エラー(コード72)を返す	1003

DEVUNA	デバイスオフラインエラー(コード73)を返す	1006
FOVER	フォーマットオーバーエラー(コード36)を返す	1020
BADFDC	バッドファイルディスクリプターエラー(コード65)を返す	1023
BADREC	バッドレコードエラー(コード66)を返す	1026
BADFMD	バッドファイルモードエラー(コード30)を返す	102E
BADPAS	パスワード無しエラー(コード67)を返す	1031
FDCRED	デバイスからのデータ入力	739D
FDCWRT	デバイスへのデータ出力	73AA
FDCVFY	デバイスのベリファイ	73B7
DSKRED	DMAを使用しないで3インチor 5インチディスクからデータの入力を行う	76CA
DSKWRT	DMAを使用しないで3インチor 5インチディスクへデータの出力を行う	76D5
DSKVFY	DMAを使用しないで3インチor 5インチディスクのベリファイを行う	76E0
MOTOF8	3インチor 5インチor 8インチディスクドライブのモーターOFF	7792
MOTOFF	3インチor 5インチディスクのモーターOFF	7797
HDINIT	ハードディスクのイニシャライズ	78D9
HD0FFS	BASICのHDOFFと同じ動作	78E2
HDDMAS	ハードディスクのリード／ライト	F929
DSKWKS	コマンドを送出後，ディスク1セクターリード／ライト	F96E

その他

IPLBOT	IPLのコールドスタート	0000
WORKBS	BIOSワークエリア(F800H -¼ FEFFH)のイニシャライズ	106C
BIOSIN	BIOSワークエリアと各I／Oのイニシャライズ	1085
BIOSRS	各I／Oのイニシャライズ	1099
FNMTCH	HLで示されたアドレスから格納されているファイルコントロールブロック(FCB)の内容とDIRIMGの内容が一致するかのチェク	3A03
SETDIR	HLで示されたアドレスから格納されているFCBの内容のDIR-IMGへの転送	3A43
MONOP	モニターサブルーチン	33C5
JPBCNE	BCレジスタの示すROM内ルーチンへのジャンプ	7D6C
INTSUB	割り込み処理ルーチンへのジャンプ	F847
MEMEMM	MEM:EMM:のリードライト	F9A4
HLDECK	HL，DEの示すアドレスからの値のCバイト比較	FA25
$00F5	IPLが正常にBOOTできなかった場合のエラー処理	00F5
DIOERR	デバイスI／Oエラー(コード56)を返す	1000
TWRTPR	書き込み禁止エラー(コード72)を返す	1003
DEVUNA	デバイスオフラインエラー(コード73)を返す	1006

IFCALL	イリーガルファンクションコールエラーの(コード5)を返す	100E
OVERFL	オーバーフローエラー(コード6)を返す	1011
DVBYZR	ディビジョンバイゼロエラー(コード11)を返す	1014
TYPEMS	タイプミスマッチエラー(コード13)を返す	1017
TOOCMP	トゥーコンプレックスエラー(コード16)を返す	101A
BADSMD	バッドスクリーンモードエラー(コード25)を返す	101D
FOVER	フォーマットオーバーエラー(コード36)を返す	1020
BADFDC	バッドファイルディスクリプターエラー(コード65)を返す	1023
BADREC	バッドレコードエラー(コード66)を返す	1026
PNORDY	プリンターオフラインエラー(コード73)を返す	1029
BADFMD	バッドファイルモードエラー(コード30)を返す	102E
BADPAS	パスワード無しエラー(コード67)を返す	1031
BIOSER	BIOSでエラーが発生したときの処理を行う	F83C

B-1-2　アドレス順

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
IPLBOT	0000				IPLのコールドスタート.
$00F5	00F5				IPLが正常に起動できなかった場合のエラー処理.(注1)
$021A	021A	HL：メモリーアドレス DE：レコード番号 A：レコード長 FF87H：ドライブ番号 FF8AH：エラージャンプアドレス	HL：次のメモリーアドレス	AF, AF' BC, DE	IPLからの2D 3インチまたは5インチディスクのリード.
$038A	038A	FF85Hにキーデータ	A：キーコード	フラグ	IPLのキー入力.
$03CB	03CB	DE：メッセージスタートアドレス FF86H：色 FF80H：X座標 FF81H：Y座標	DE：エンドマークのアドレス	AF	IPLのメッセージ出力.(注2)
$03D9	03D9	A：出力コード FF86H：色 FF80H：X座標 FF81H：Y座標	A：出力コード FF80H：次のX座標 FF81H：次のY座標		IPLの一文字表示.
DAYBUF	0E88				曜日のメッセージ用データのテーブル.
DIOERR	1000		A：エラーコード		デバイスI/Oエラーのコード56を返す.
TWRTPR	1003		A：エラーコード		書き込み禁止エラーのコード72を返す.
DEVUNA	1006		A：エラーコード		デバイスオフラインエラーのコード73を返す.
IFCALL	100E		A：エラーコード		イリーガルファンクションコールエラーのコード5を返す.
OVERFL	1011		A：エラーコード		オーバーフローエラーのコード6を返す.
DVBYZR	1014		A：エラーコード		ディビジョンバイゼロエラーのコード11を返す.
TYPEMS	1017		A：エラーコード		タイプミスマッチエラーのコード13を返す.
TOOCMP	101A		A：エラーコード		トゥーコンプレックスエラーのコード16を返す.
BADSMD	101D		A：エラーコード		バッドスクリーンモードエラーのコード25を返す.
FOVER	1020		A：エラーコード		フォーマットオーバーエラーのコード36を返す.
BADFDC	1023		A：エラーコード		バッドファイルディスクリプタエラーのコード65を返す.
BADREC	1026		A：エラーコード		バッドレコードエラーのコード66を返す.
PNORDY	1029		A：エラーコード		プリンタオフラインエラーのコード73を返す.
BADFMD	102E		A：エラーコード		バッドファイルモードエラーのコード30を返す.
BADPAS	1031		A：エラーコード		パスワード無しエラーのコード67を返す.
WORKBS	106C	SP (F800H - FEFFH以外)		HL, DE, BC	BIOSワークエリア(F800H - FEFFH)のイニシャライズを行います.

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
BIOSIN	1085	SP (F800H - FEFFH 以外)		HL, DE, BC, AF HL′, DE′, BC′, AF′	BIOS ワークエリアと各 I/O のイニシャライズを行います.(注3)
BIOSRS	1099	COLORF, WKIFD0 CLSCHR SCRMOD		HL, DE, BC, AF HL′, DE′, BC′, AF′	各 I/O のイニシャライズを行います. (注4)
PSGINT	10B4			HL, BC, AF	PSG データのイニシャライズを行います. (注5)
KVECIN	10D0			HL, AF, I	SUB CPU(80C49)に対し，キー入力のインターラプトモードをセットします. (注6)
KVEC00	10D6	L：00H		AF	SUB CPU(80C49)に対し，キー入力のノンインターラプトモードをセットします.
SCRNSB	10DF	A：スクリーンモード WIDTH0		HL, DE, BC, AF HL′, DE′, BC′, AF′	スクリーンモードの設定を行います. (注7)
CR400S	11D8			HL, DE, BC, AF	CRTC を400ラインに設定します. (注8)
ROMASK	11E7	COLORF, CLSCHR SCRMOD, WK1FD0		HL, DE, BC, AF HL′, DE′, BC′, AF′	BASIC の ASK コマンドの処理を行います.
WITH80	1220	COLORF, CLSCHR SCRMOD, WK1FD0 GRAYMX, CURYMX		HL, DE, BC, AF HL′, DE′, BC′, AF′	WIDTH 80 の設定を行います.(注9)
WITH40	1227	COLORF, CLSCHR SCRMOD, WK1FD0 GRAYMX, CURYMX		HL, DE, BC, AF HL′, DE′, BC′, AF′	WIDTH 40 の設定を行います.(注10)
CTRLD2	12B9	WIDTH0, CURYMX WK1FD0, SCRNM3		AF	コンソールをイニシャライズして SCREEN 0, 0 を行います.

注1："Make your device ready"と表示して新たな Key 入力を待ちます.
注2：メッセージスタートアドレスからアスキーコードで文字を格納します. エンドマークは 00H です.
注3：WORKBS と BIOSRS を合わせたものです. 106CH, 1099H 参照
注4：各 I/O とは, 80C49, スクリーン, パレット, キーベクタ, SIO, CTC, PSG のことです.
注5：BASIC における SOUND 7, &H38：SOUND 8, 0：SOUND 9, 0：SOUND 10, 0 と同じ処理を行います.
注6：レジスタ I には 0F8H(キー割り込み処理のベクタ上位アドレス)がセットされます.
注7：BASIC における WIDTH ,?,?,? と同様の処理
以下にAレジスタのとる値におけるスクリーンモードを示します.

Aレジスタ	スクリーンモード	テキスト行数	グラフィック
＊0H	WIDTH , 25, 0	25 行	200ライン
＊1H	, 12, 0	12 行	192ライン
＊2H	, 20	20 行	なし
＊3H	, 10	10 行	なし
＊4H	, 25, 1	25 行	400ライン
＊5H	, 12, 1	12 行	384ライン
0＊H	WIDTH , , , 0		200/400 セレクトスイッチ
1＊H	, , , 1		200ライン ディスプレイ
2＊H	, , , 2		400ライン ディスプレイ

注8：CRTC のレジスタ R0, R3, R4′～R9 をセットします.
注9：BASIC の WIDTH80 と同じ処理をします.
注10：BASIC の WIDTH40 と同じ処理をします.

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
SCRNOT	12DB	A：ディスプレイモード WK1FD0 SCRNM3		AF	スクリーンのディスプレイモードの設定を行います．(注1)
SCRNIN	1307	A：アクセスモード WK1FD0 SCRNM3		AF	スクリーンのアクセスモードの設定を行います．(注1)
PALETI	134C	TPRIOF		D，BC，AF	パレットのイニシャライズとプライオリティの設定を行います．
STPRIO	1359	BPRIOF RPRIOF GPRIOF TPRIOF		D，BC，AF	パレットとプライオリティの設定を行います．
PALETF	136C			BC，AF	パレットとプライオリティを全て0にします．
STCLST	1377	COLORF CLSCHR		HL，D， BC，AF	テキストV-RAMをクリアします．
STCLSG	139A	WK1FD0 SCRMOD		BC，AF	グラフィックV-RAMをクリアします．
S49RES	13E5			BC，DE，AF	SUB CPU(80C49)のコミュニケーションバッファをクリアします．
IN49SB	1408		A：入力データ	フラグ	SUB CPU(80C49)よりデータを1バイト入力します．
OT49SB	1413	A：出力データ	A：出力データ	フラグ	SUB CPU(80C49)へデータを1バイト出力します．
COMOUT	1432	A：コマンドデータ		AF	SUB CPU(80C49)へコマンドを出力します．
TAK49S	143B	A：コマンド DE：データバッファ		DE，B，AF	SUB CPU(80C49)とZ-80Aとの間でデータの受け渡しをします．(注2)
PALSET	1480	D：パレットレコード E：カラーコード BPRIOF GPRIOF RPRIOF		DE，AF	パレットのカラーを設定します．(注3)
INTCRT	14BF	WIDTH0 GRAXMX WK1FD0 GRAYMX CURYMX		I，IX，IY 以外すべて	スクリーンのイニシャライズを行います．(注4)
CRTCR1	16C5	CSIZEF CURX CURY		AF	CSIZEサポートのCR+LFの出力を行います．(注5)
CRTACC	16D3	A：表示文字コード CSIZEF CURX CURY COLORF			CSIZEサポートの一文字出力を行います．(注6)
DEPRT	1754	DE：文字列のスタートアドレス CURX CURY COLORF	DE：文字列のエンドアドレス＋1		画面へ文字列を出力します．
CR2	1770				現在のカーソルのX座標が0以外の時，CR1へ飛び改行を行います．
CR1	1778	CURX CURY		AF	改行を行います．
TABPRT	1780	CURX CURY COLORF		AF	HTAB PRINTの処理をします．(注7)

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
SPPRT	178F	CURX CURY COLORF		A	画面にスペースを表示します.
ACCPRT	1791	A：表示文字コード CURX CURY COLORF	A：表示文字コード		画面に一文字表示します. (注8)
ACCDIS	179D	A：表示文字コード CURX CURY COLORF	A：表示文字コード		画面に一文字表示します. (注9)
TBCALC	18B1	H：Y座標 SCRNTC	HL：コネクトフラグアドレス E：Y座標	フラグ D：00H	テキストV-RAM上の任意の行のコネクトフラグのアドレスを出力します.(注10)

注1：以下にアクセスモードの値を示します.

Aレジスタ	テキストページ	グラフィックページ
00H	0	0
01H	1	1 (WIDTH 40のみ)
02H	0	2 (グラフィック　200, 192ラインのみ)
03H	1	3 (WIDTH 40/200, 192ラインのみ)

注2

コマンド	内　容	後続データバイト数
D0H～D7H	タイマ0～7をセットする	6
D8H～DFH	タイマ0～7の内容をリードする	6
E3H	ゲームキーデータリード	3
E4H	KEY割り込みベクタ値をセット (キーベクタアドレスのLOWBYTEを返す) (ただし, 0の場合は, 割り込み禁止モードになる)	1
E5H	タイマオールクリア	0
E6H	キーバッファリード (80C49のキーバッファの内容をZ-80Aへ送る)	2
E7H	TV送信コードセット	1
E8H	TV送信コードリード (TVへ最後に送られたコードをZ-80Aへ返す)	1
E9H	データレコーダコントロールコマンドのセット	1
EAH	データレコーダの動作状態の読み出し	1
EBH	カセットセンサリード	1
ECH	日付のセット	3
EDH	日付のリード	3
EEH	時刻のセット	3
EFH	時刻のリード	3

*タイマ0はBASICのON TIME$ GOSUBなどで使われるシステム用タイマです.

注3：BASICにおけるPALET(パレットコード), (カラーコード)と同じ働きをします.
注4：BASICにおけるINIT"CRT"と同じ働きをします.
注5：CSIZEFのビット0が0：1回改行　1：2回改行
注6：BASICにおけるPRINT #0と同じ働きをします.
注7：PRINT A, Bの","の処理のようにカーソルのX座標を10の倍数の位置へ持っていきます.
注8：表示文字コードがコントロールコード(00H～1FH)の場合, CTRLJB(18E1H)へジャンプします.
注9：ACCPRTとのちがいは, コントロールコード(00H～1FH)の場合でもそのまま文字として表示することです.
注10：コネクトフラグはカーソルのある行が先頭行なら0, 継続行なら1を表示します.

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
ADRCA2	18BC	L：X座標 H：Y座標	HL：テキストI/Oアドレス 3000H～37FFH	AF, BC	現在のカーソル位置のテキストV-RAM上でのアドレスを計算します．
CURADR	18C5	CURX CURY	HL：オフセットアドレス 0000H～07FFH	AF, BC	ADRCA2のサブルーチンです．
CTRLJB	18E1	A：コントロールコード		AF, BC DE, HL	コントロールコード(00H～1FH)の出力の処理をします．
BEEP	1B41			AF, BC DE, HL	BEEP音を出します(=CTRL-G)．
STRIGS	1D89	A：モード (注3参照)	A：ONの時20H OFFならそれ以外	AF, BC, HL	ジョイスティックのトリガまたはスペースキーの状態を調べます．(注1)
STICKS	1D92	A：モード STRIGS参照	A：1～9のアスキーコード	AF, BC, HL	ジョイスティックの方向，またはテンキーの値を調べます．
BINPUT	1DC2	DE：データ格納アドレス	DE：データ格納アドレス CY	AF	BASICのINPUT文と同じ処理をします．(注2)
INPUTF	1DE4	DE：データ格納アドレス	DE：データ格納アドレス CY	AF	BASICのLINPUT文と同じ処理をします．(注3)
BCUYST	1F16	H：CURY	D E=CURY HL=フラグアドレス	AF, DE, HL	HにY座標を入力し，その行の始まっているY座標をDに返します．
ECUYST	1F25	H：CURY	D E=CURY HL=フラグアドレス	AF, DE, HL	HにY座標を入力し，その行の終わり+1のY座標をDに返します．
SCRGET	1F8F	A：読み込む文字数 E：X座標 D：Y座標 HL：データ格納アドレス		AF, AF', BC, DE, HL	BASICのSCRN$と同じ働きをします．
INKEYS	1FF0	A　(注1)	A：文字コード	フラグ	キーボードから一文字入力します．(注4)
BRKCKS	20D5		ZF	AF	SHIFT+BREAKまたはCTRL-Cが押されているかどうかを調べます．(注5)
KEYSNS	20EB		ZF	AF	入力されたデータが有効かどうかを調べます．(注6)
KEYSN1	20F5		ZF	AF, BC, DE, HL	ROM用のKEYSNSサブルーチン．(注6)
X1HPDS	274E	D：INKEY$(2)7DH KEYDAT+1 X1HELP WIDTH0 X1MODE		AF, BC, DE, HL	XFERモードの表示をします．
FKYDSI	2A1B			AF, BC, DE, HL	ファンクションキーを表示します．
FKYDSS	2A22	D=INKEY$(2)		AF, BC, DE, HL	ファンクションキーモードを表示します．
EDLNDS	2A6B	X1MODE FKYDSF WIDTH0		AF, BC, DE, HL	XFER/ファンクションモードの表示をします．
SFTKTN	2F07	DE：シフトJISコード　(HEX)	DE：区点コード　(BCD)	AF	シフトJISコード→区点コードの変換を行います．(注7)
KTNSFT	2F2C	DE：区点コード　(BCD)	DE：シフトJISコード　(HEX)	AF	区点コード→シフトJISコードの変換を行います．
JISSFT	2F52	DE：JIS漢字コード　(HEX)	DE：シフトJISコード　(HEX)	AF	JIS漢字コード→シフトJISコードの変換を行います．(注8)

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
SFTJIS	2F81	DE：シフトJISコード (HEX)	DE：JIS漢字コード (HEX)	AF	シフトJISコード→JIS漢字コードの変換を行います．
JISVRM	2FB6	DE：JIS漢字コード (HEX)	A E D CY	フラグ	JIS漢字コード→V-RAMデータの変換を行います．(注9)
VRMJIS	3037	A E D	DE：JIS漢字コード (HEX)	フラグ	V-RAMデータ→JIS漢字コードの変換を行います．(注10)
SFTCHK	3099	A：チェックする1バイトデータ	CY	フラグ	シフトJISコードの上位1バイトかどうかを調べます．(注11)
KANDAK	30A3	DE：JIS漢字コード (HEX)	DE：JIS漢字コード (HEX) CY	AF	JIS漢字コードを濁点付きのコードに変換します．(注12)
KANHAN	30F2	DE：JIS漢字コード (HEX)	DE：JIS漢字コード CY	AF	JIS漢字コードを半濁点付きのコードに変換します．(注13)
ASCKAN	3119	A：アスキーコード	DE：JIS漢字コード	AF	アスキーコードをJIS漢字コードに変換します．(注14)
KANASC	31A6	DE：JIS漢字コード	DE CY	AF, DE	JIS漢字コードをアスキーコードに変換します．(注15)
CGSET	32AD	DE：アスキーコード 外字JISコード HL：データバッファ	CY	AF, BC DE, HL	PCGの定義をします．(注16)
CGREAD	330D	DE：アスキーコード JIS漢字コード HL：データバッファアドレス	CY DE HL	AF, BC, DE	CGのパターンデータを読み込みます．(注17)
MONOP	33C5	HL：DUMP ADDRESS ????		AF, BC, DE, HL, AF′, BC′, DE′, IX, IY	モニターサブルーチンです．

注1：Aにセットする値は，スペースキーを調べる時0，ジョイスティック1を調べる時1，ジョイスティック2を調べるとき2です。STICKSのときも同じです．
注2：CY=0のときCRかCTRL-Jによる正常な入力で，CY=1でA=3のときSHIFT+BREAKかCTRL-Cによって入力が終了．CY=1でA=4のときCTRL-Dによる入力の終了です．
注3：BINPUTを参照してください．
注4：A=FFHならINKEY$，A=00HならINKEY$(0)，A=01HならINKEY$(1)，A=02HならINKEY$(2)となります．
注5：ZF=0のとき押されていない．ZF=1のとき押されていることを示します．
注6：ZF=0のとき入力されたデータは有効となります．
注7：シフトJISコード　8140H～EFFCH，区点コード0101H～9494H
注8：JIS漢字コード　2121H～7E7EH
注9：Aには，アトリビュートV-RAMデータ(2000H～27FFH)bit5のみ
　　Eにはテキスト V-RAMデータ(3000H～37FFH)
　　Dには漢字テキスト V-RAMデータ(3800H～3FFFH)
　　が出力されます．但し，CY=1となっている時，入力されたコードはJIS漢字コードではなかったことを示します．
注10：JISVRMを参照して下さい．
注11：Aレジスタに入力された1バイトのデータがシフトJISコードの上位1バイトであればCY=0となります．
注12：例えば，『か』という字を引数に，このルーチンを呼んだ場合，DEには『が』の漢字コードが返されます．濁点をつけることのできない字，例えば『あ』を引数にした場合にはCY=1とした上でDEには『゛』の文字コード212BHが返されます．
注13：KANDAKと同じ処理を半濁点について行います．
注14：半角アスキー文字の文字コードをJIS全角文字コードに変換します．アスキーコードの範囲外のときにはDEには『※』のコード2228Hが返されます．
注15：ASCKANの逆の動作を行います．例えば，全角の『A』を引数にこのルーチンを呼んだ場合，Dには半角アスキー文字『A』のアスキーコード**Hが返されます．引数が，範囲外(例えば『亜』)の場合CY=1としてDEにはそのままコードが返されます．
注16：データバッファはアスキーコードのとき(B8+R8+G8バイト)×1
　　外字JISコードのとき(B8+R8+G8バイト)×4です．
　　CY=1の場合はDEレジスタが範囲外で実行できなかった場合です．
注17：正常に実行できた場合，CY=0となりHLに次のデータバッファアドレスがセットされますが，DEレジスタが範囲外で実行できなかった時はCY=1となります．

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
ACSET	3616	DE：データアドレス	DE：次のデータアドレス A	フラグ	(注1)
CR1PRP	37AB				FILOUT＝0→CR1 FILOUT＝1→CR1LPLへと処理を渡します．
CR1LPL	37B2			AF	プリンターへCRとLFのロードを出力してからLPOSをクリアします．
CR1LPT	380F			AF	プリンターへCRとLFのコードを出力します．
ACCPRP	3831	A：出力する文字コード	A：出力する文字コード	AF′	FILOUT＝0→ACCPRT FILOUT＝1→ACCLPLへと処理を渡します．
ACCLPL	3839	A：出力する文字コード	A：出力する文字コード	フラグ	プリンターへの1文字出力を行います．(注2)
HLLPRT	3927	HL：データテーブル先頭アドレス	HL：最終データ格納アドレス	フラグ	HLレジスタの示すアドレスから始まるデータテーブルのデータをプリンターに出力します．(注3)
ACCLPT	3983	A：出力する文字コード	A：出力する文字コード	フラグ	プリンターへ1文字を出力します．
LPTSNS	39A1	PRTDLY	CY：1 TIME OUT CY：0 READY	AF，BC D，HL	プリンターの状態を調べます．
TABPRP	39BA				FILOUT＝0→TABPRT FILOUT＝1→TABLPLへと処理を渡します．
TABLPL	39C1			AF	プリンターへの水平タブの出力を行います．(注4)
FMPRHL	39D6	DE HL		AF，DE	CR1を行ったあと「Found〝ファイルネーム，拡張子〃」か「Writing〝ファイルネーム，拡張子〃」の表示を行います．(注5)
FNMTCH	3A03	HL：ロードされたFCBの格納アドレス	ZF＝1 すべて一致 ZF＝0 一致しない．	AF，B	HLで示されたアドレスから格納されているファイルコントロールブロック(FCB)の内容とDIRIMGの内容が一致するか調べます．
SETDIR	3A43	HL：FCBの格納アドレス		AF，B， DE，HL	HLで示されたアドレスから格納されているFCBの内容をDIRIMGへ転送します．
WRTMES	3AD2				「Writing」のメッセージデータテーブル．
FINMES	3ADA				「Found」のメッセージデータテーブル．
SKPMES	3AE2				「Skip」のメッセージデータテーブル．
SUB	3AF8	HL：データ1格納アドレス DE：データ2格納アドレス PRCSON：データタイプ(2，5，8)	HL：結果のデータ1格納アドレス DE：データ2格納アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，BC， AF′，BC′， DE′，HL′	〔HL〕＝〔HL〕－〔DE〕を行います．(注6)

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
ADD	3AFB	HL：データ1格納アドレス DE：データ2格納アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：結果のデータ1格納アドレス DE：データ2格納アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，BC，AF′，BC′，DE′，HL′	〔HL〕=〔HL〕+〔DE〕を行います．
CMP	3DBA	HL：データ1格納アドレス DE：データ2格納アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：データ1格納アドレス DE：データ2格納アドレス CY：1なら違う ZF：1なら同じ	AF，B	〔HL〕，〔DE〕の比較を行います．
MUL	3E01	HL：データ1格納アドレス DE：データ2格納アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：データ1格納アドレス DE：データ2格納アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，BC，AF′，BC′，DE′，HL′	〔HL〕=〔HL〕×〔DE〕を行います．
DIV	403E	HL：データ1格納アドレス DE：データ2格納アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：データ1格納アドレス DE：データ2格納アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，BC，AF′，BC′，DE′，HL′	〔HL〕=〔HL〕÷〔DE〕を行います．
INTDVS	40E3	DE：データ1 HL：データ2	DE：商 HL：余り	AF，BC	符号付整数の除算 DE÷HL=DE…HL
INTDVN	411D	DE：データ1 HL：データ2	DE：商 HL：余り	AF，BC	符号無し整数の除算 DE÷HL=DE…HL
INTDVV	4122	HL：データ1の上位 DE：データ1の下位 BC：データ2	DE：商 HL：余り	AF，BC	符号無し整数の除算 HLDE÷BC=DE…HL HL<BC
CVFLAS	4353	DE：アスキー文字列先頭アドレス HL：結果格納アドレス	DE：アスキー文字列の最後のアドレス+1 HL：結果格納アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，BC，AF′，BC′，DE′，HL′，IX，IY	アスキー文字列を浮動小数点型データに変換します．（注7）

注1：DEで指定したアドレスからデータを読み込み，そのデータをアスキーコードとしてデータの表す文字を得ます．連続した2つのデータを文字に直してそれが16進数を示しているなら数値化してAに入れDEには，そこまでに読み込まれた最後のデータの次のデータの入っているアドレスがセットされます．またスペース（=20H）はとばされます．またそれ以外であればDEが示すアドレスの内容がAに入ります．
このルーチンはDEが示すアドレスから入っている文字列によって動作が違います．

注2：LPOS=LPOS+1となります．

注3：HLで示されたアドレスすなわちデータテーブルの先頭アドレスには出力長が入っています．

注4：BASICにおけるLPRINT A, B, Cに関する処理です．

注5：DEには「Loading」，「Writing」のメッセージのある先頭アドレスを設定します．HLにはファイルネームのある先頭アドレスをセットします（ファイルネーム13文字，拡張子3文字）．

注6：PRCSONには，2→整数型，5→単精度型，8→倍精度型がはいります．結果は，出力されたHLの示すアドレスに格納されます．DEは変化しません．PRCSONも変化しません．〔HL〕〔DE〕などは，HLを示すアドレスの内容，DEを示すアドレスの内容です．以下の計算サブルーチンでもこれに準じます．

注7：2EH=「．」か30H～39Hの10進数を表すアスキーコードで文字列は構成されている必要があります．それ以外のコードが出たところでデータ終了です．

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
ANDBOH	4494	DE	DE：文字列終了アドレス＋1 HL：結果 CY＝1ならオーバーフロー	AF，BC	アスキー文字列を整数型データに変換します．(注1)
CHCKHX	44E7	A：アスキーコード	A：00H～0FH CY＝1なら範囲内 CY＝0なら範囲外	AF	Aレジスタの値が16進数を表すアスキーコードかどうかをチェックします．(注2)
CVHLAS	44F5	DE：アスキー文字列先頭アドレス A：タイプ	DE：終了アドレス＋1 HL：結果 CY＝1ならオーバーフロー	AF，BC	Aレジスタにタイプを入力し，数値を表す文字列を数値に変換します．(注3)
HEXCUL	44FA	DE：アスキー文字列先頭アドレス	DE：終了アドレス＋1 HL：結果 CY＝1ならオーバーフロー	AF，BC	10進数を表すアスキー文字列を数値に変換します．
TOGLE	4526	HL：データの先頭アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：結果の先頭アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF	〔HL〕＝－〔HL〕を行います．
MULTEN	4565	HL：浮動小数点型データの先頭アドレス PRCSON：データタイプ（5，8）	HL：結果の先頭アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF′，BC′，DE′，HL′，IX，IY	〔HL〕＝〔HL〕×10
DIVTEN	4572	HL：浮動小数点型データの先頭アドレス PRCSON：データタイプ（5，8）	HL：結果の先頭アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF′，BC′，DE′，HL′	〔HL〕＝〔HL〕÷10
MULDEC	457F	HL：加算データ1アドレス A：加算データ2 PRCSON：データタイプ（5，8）	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，AF′，BC′，DE′，HL′	〔HL〕＝〔HL〕＋A
FLTHEX	45A6	DE：整数型データ HL：データバッファアドレス(8バイト)	HL：結果のデータの先頭アドレス	AF，B，DE	整数型データ→浮動小数点型データの変換を行います．
CVNMFL	45D2	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：データ先頭アドレス DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF，BC，DE，AF′，BC′，DE′，HL′，IX，IY	浮動小数点型データ→符号付アスキー文字列への変換を行います．
CVASFL	45F3	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：データ先頭アドレス DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF，BC，DE，AF′，BC′，DE′，HL′，IX，IY	浮動小数点型データ→符号無しアスキー文字列への変換を行います．
CVASIN	46AE	HL：整数型データ先頭アドレス	HL：データ先頭アドレス DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF，DE	整数型データ→符号無しアスキー文字列への変換を行います．(注4)
CVASII	46B8	HL：整数型データ	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF，DE	HLに入っている整数型データ→アスキー文字列への変換を行います．(注4)

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
CVASSN	46CA	HL：整数型データ先頭アドレス	HL：データ先頭アドレス DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, DE	整数型データ→符号付アスキー文字列への変換を行います．(注4)
ASCFIV	46E7	HL：整数型データ	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, B, DE	整数型データ→符号無しアスキー文字列への変換を行います．(注4)
HEXHL0	46F1	HL：整数型データ	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, B, DE	HLに入っている整数型データ→16進数を表すアスキー文字列への変換を行います．(注5)
BINHL0	46FB	HL：整数型データ	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, B, DE	HLに入っている整数型データ→2進数を表すアスキー文字列への変換を行います．(注5)
OCTHL0	4705	HL：整数型データ	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, B, DE	HLに入っている整数型データ→8進数を表すアスキー文字列への変換を行います．(注5)
ASCHL	4715	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, DE	HLに入っている整数型データ→10進数を表すアスキー文字列への変換を行います．(注6)
BINHL	4747	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, DE	HLに入っている整数型データ→2進数を表すアスキー文字列への変換を行います．(注7)
OCTHL	4756	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	HL：整数型データ DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, DE	HLに入っている整数型データ→8進数を表すアスキー文字列への変換を行います．(注8)
KTNHL	476F	HL：整数型データ(シフトJISコード)	HL：整数型データ(区点コード) DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, DE	HLに入っているシフトJISコード→区点コードを表すアスキー文字列への変換を行います．
JISHL	4775	HL：整数型データ(シフトJISコード)	HL：整数型データ(JIS漢字コード) DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, DE	HLに入っているシフトJISコード→JIS漢字コードを表すアスキー文字列への変換を行います．
HEXHLB	4779	DE：整数型データ	DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, DE, HL	DEに入っている整数型データ→16進数を表す符号無しアスキー文字列への変換を行います．(注9)
HEXHL	477D	HL：整数型データ DE：アスキー文字列格納先頭アドレス	HL：整数型データ DE：アスキー文字列格納先頭アドレス	AF HL	HLに入っている整数型データ→16進数を表すアスキー文字列に変換してDEで指定したアドレスに格納します．(注9)

注1：DEには「"&"アンパサンド＝アスキーコード26H」の次のアスキーコード文字があるアドレスを入力します．&の次の文字がB(42H)なら2進数，O(4FH)なら8進数，H(48H)なら16進数，J(4AH)ならJIS漢字コード，K(4BH)ならJIS区点コードを表します．

注2：Aレジスタが30H～39H，41H～46H，61H～66Hであるかを調べてそうである場合は，30H～39Hは00H～09H，41H～46Hは0AH～0FH，61H～66Hも0AH～0FHの値がAレジスタに設定されます．

注3：A＝44H →10進数　A＝4FH →8進数　A＝4AH　JIS漢字コード
A＝42H →2進数　A＝48H →16進数　A＝4BH　JIS区点コード

注4：アスキー文字列のエンドコードは00Hです．

注5：アスキー文字列のエンドコードは，00Hです．また，アスキー文字列の先頭が30H("0")であるとき出力されたDEはその次のアドレスを示しています．

注6：OCTHL0と違い，アスキー文字列の先頭が30Hでも出力されたDEは，30Hがあるアドレスを示します．従って，常に5バイトの文字列に変換されます．アスキー文字列エンドコードは00Hです．

注7：BINHL0と違い，アスキー文字列の先頭が30Hでも，出力されたDEは，30Hがあるアドレスを示します．従って常に16バイトの文字列に変換されます．アスキー文字列エンドコードは00Hです．

注8：OCTHL0と違い，アスキー文字列の先頭が30Hでも出力されたDEは，30Hがあるアドレスを示します．従って，常に6バイトの文字列に変換されます．アスキー文字列エンドコードは00Hです．

注9：アスキー文字列の先頭が30Hでも出力されたDEは30Hがあるアドレスを示します．従って常に4バイトの文字列に変換されます．アスキー文字列エンドコードは00Hです．

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
HEXA	478A	A：HEXデータ DE：アスキー文字列格納先頭アドレス	DE：アスキー文字列格納先頭アドレス＋1	AF	Aに入っているHEXデータ→16進数を表すアスキー文字列に変換してDEで指定したアドレスから格納します．
USNGCV	4908	HL D E A PRCSON	DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF，BC，AF′，BC′，DE′，HL′，IX，IY	書式指定による浮動小数点型データ→アスキー文字列への変換を行います．（注1）
HEXFLT	4A6E	HL：データ先頭アドレス	HL：整数型データ 但しオーバーフローの時はCY＝1でHL＝0となります．	AF	HLで示されたアドレスからの浮動小数点型データが−32768＜〔HL〕＜65535であれば，整数型に変換した後HLレジスタに代入します．
HLFLT	4A7B	HL：データ先頭アドレス	HL：整数型データ	AF	HLで示されたアドレスからの浮動小数点型データが−32768＜〔HL〕＜65535であれば，整数型に変換した後HLレジスタに代入します．（注2）
HLFLTO	4A82	HL：データ先頭アドレス	HL：整数型データ	AF	HLで示されたアドレスからの浮動小数点型データが−32768＜〔HL〕＜32767であれば，整数型に変換した後HLレジスタに代入します．（注3）
POWERS	4AD9	HL：データ1先頭アドレス DE：データ2先頭アドレス PRCSON：データ1のタイプ POWERF：データ2のタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果格納アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，BC，DE，AF′，BC′，DE′，HL′，IX，IY	〔HL〕＝〔HL〕$^{[DE]}$を行います．
ABS	4B82	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ	HL：結果格納アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF	〔HL〕＝ABS〔HL〕を行います．
INTOPR	4B8A	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ	HL：結果格納アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，BC，DE，AF′，BC′，DE′，HL′	〔HL〕＝INT〔HL〕を行います．
SQR	4BAE	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果格納アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，BC，DE，AF′，BC′，DE′，HL′，IX，IY	〔HL〕＝SQR〔HL〕を行います．
SUM	4BC3	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果格納アドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，BC，DE，AF′，BC′，DE′，HL′，IX，IY	〔HL〕＝SUM〔HL〕を行います．
FACG	4BF1	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF，BC，DE，AF′，BC′，DE′，HL′，IX，IY	〔HL〕＝FAC〔HL〕を計算します．

ルーチン名	アドレス	入力	出力	破壊されるレジスタ	機能
ATN	4C3E	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF, BC, DE, AF′, BC′, DE′, HL′, IX, IY	〔HL〕=ATN〔HL〕を計算します。
COS	4D07	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF, BC, DE, AF′, BC′, DE′, HL′, IX, IY	〔HL〕=COS〔HL〕を計算します。
SIN	4D20	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF, BC, DE, AF′, BC′, DE′, HL′, IX, IY	〔HL〕=SIN〔HL〕を計算します。
TAN	4E25	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF, BC, DE, AF′, BC′, DE′, HL′, IX, IY	〔HL〕=TAN〔HL〕を計算します。
SGN	4E5C	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF, DE	〔HL〕=SGN〔HL〕を計算します。
RAD	4E84	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF, BC, DE, AF′, BC′, DE′, HL′, IX, IY	〔HL〕=RAD〔HL〕を計算します。
PAI	4E8D	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF, BC, DE, AF′, BC′, DE′, HL′, IX, IY	〔HL〕=PAI〔HL〕を計算します。
RND	4E96	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF, BC, DE, AF′, BC′, DE′, HL′	〔HL〕=RND〔HL〕を計算します。
EXP	4EC5	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF, BC, DE, AF′, BC′, DE′, HL′, IX, IY	〔HL〕=EXP〔HL〕を計算します。
LOG	4FD8	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ MEMMAX：データ格納上限アドレス	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ	AF, BC, DE, AF′, BC′, DE′, HL′, IX, IY	〔HL〕=LOG〔HL〕を計算します。

注1：HL：データ先頭アドレス　D：整数部桁数　E：小数部桁数　A：指数表現をするとき1，しないとき0
　　PRCSON：データタイプ(5, 8)
注2：HEXFLTと違うところは，オーバーフロー時にエラー処理ルーチンへジャンプすることです。
注3：オーバーフローの時HLFLTと同じようにエラー処理ルーチンへジャンプします。

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
CSNGP	50B0	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ（5，8）	AF	〔HL〕=CSNG〔HL〕を計算します．ただしPRCSON＝2のみ実行します．（注1）
CDBL	5102	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ(8)	AF	〔HL〕=CDBL〔HL〕を計算します．
CSNG	5131	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ(5)		〔HL〕=CSNG〔HL〕を計算します．
CINT0	5167	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ(2)	AF	〔HL〕=CINT〔HL〕を計算します．（注2）
CINT	5179	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ(2)	AF	〔HL〕=CINT〔HL〕を計算します．（注3）
FIX	51BE	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：結果のアドレス PRCSON：結果のタイプ（2，5，8）	BC′，DE′，HL′，AF	〔HL〕=FIX〔HL〕を計算します．
FIXLT	51C4	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ（5，8）	HL：結果のアドレス PRCSON：データタイプ（5，8）	BC′，DE′，HL′，AF	〔HL〕=FIX〔HL〕を計算します．（注4）
FRAC	5258	HL：データ先頭アドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	HL：結果のアドレス PRCSON：データタイプ（2，5，8）	AF，AF′，BC′，DE′，HL′	〔HL〕=FRAC〔HL〕を計算します．
CVDATS	5296		DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, BC, HL	日付けを読み出しアスキー文字列で格納します。（注5）
CVDATE	5299	HL：日付の内部コード先頭アドレス DE：アスキー文字列格納アドレス	DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF，BC	HLで示したアドレスから3バイトの年・月・日内部コードを読み出しDEで示すアドレスからアスキー文字列で格納します．（注6）
CVDAYS	52DF		DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, BC, HL	曜日を読み出しアスキー文字列で格納します。（注7）
CVDAY	52E2	HL：曜日の内部コード先頭アドレス DE：アスキー文字列格納アドレス	DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF，BC	HLで示したアドレスから3バイトの年・月・日内部コードを読み出しDEで示すアドレスからアスキー文字列で格納します．（注8）
CVTI$S	52FB		DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, BC, HL	時間を読み出しアスキー文字列で格納します．（注9）

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
CVTIME	5300	HL：時間の内部コード先頭アドレス DE：アスキー文字列先頭アドレス	DE：アスキー文字列先頭アドレス	AF, BC	HLで示したアドレスから3バイトの時・分・秒内部コードを読み出しDEで示したアドレスからアスキー文字列で格納します．(注10)
CVTIMS	5316	DE：時間格納先頭アドレス TIMBUF TIME＝0データ	DE：時間格納先頭アドレス PRCSON：5（時間タイプ）	AF, BC, HL, AF′, BC′, DE′, HL′, IX	BASICのTIME用の秒数を読み出しDEで示したアドレスから格納します．
DATSTS	532B	DAYMES：日付のアスキー文字列データ		AF, BC, DE, HL	日付を設定します．(注11)
DAYSTS	53A8	DAYMES：曜日のアスキー文字列データ		AF, BC, DE, HL	曜日を設定します．(注12)
TI$STS	53D7	DAYMES：時刻のアスキー文字列データ		AF, BC, DE, HL	時刻を設定します．(注13)
TISTS	5418	DAYMES：タイムデータの内部コード PRCSON：データタイプ		AF, BC, DE, HL, AF′, BC′, DE′, HL′	時刻を設定します． TIME＝？ [CR] と同じです． (注14)
BOXFUL	5507	LINEXS LINEYS LINEXE LINEYE PSMODE GCOLOR		AF, BC, DE, HL, BC′, DE′, HL′, IX, IY	四角形を描きその内部をぬりつぶします．(注15)

注1：CSNG(5131H)との違いに注意．CSNG(5131H)参照
注2：但し〔HL〕は－32768≦〔HL〕≦65535の範囲に限ります．CINT(5179H)参照
注3：但し〔HL〕は－32768≦〔HL〕≦32767の範囲に限ります．CINT0(5167H)参照
注4：FIX(51BEH)との違いはデータのタイプが浮動小数点型のみであることです．
注5：アスキーコード8バイト＋エンドコード(00H) 1バイトの計9バイトがDEの示すアドレスから格納されています．
　(例)　38　36　2F　30　33　2F　30　36　00(エンドコード)
　　　　8　6　／　0　3　／　0　6
注6：文字列の格納状態は，CVDATS(5296H)と同じですが，その格納アドレスをDEで示すところが異なります．また内部コードは86，3？，24で月は16進数に直し1文字で曜日も1文字で合わせて1バイトです．
注7：アスキーコード3バイト＋エンドコード(00H) 1バイトの計4バイトがDEの示すアドレスから格納されています．
　(例)　53　55　4E　00(エンドコード)
　　　　S　U　N
注8：文字列の格納状態はCVDAYS(52DFH)と同じですがその格納アドレスをDEで示すところが異なります．また内部コードは，
　86　3／　0　24　（曜　日：日　月　火　水　木　金　土）
　年　月／　曜日　日　（コード：0　1　2　3　4　5　6）
注9：アスキーコード8バイト＋エンドコード(00H) 1バイトの計9バイトがDEの示すアドレスから格納されています．
　(例)　31　31　3A　33　32　3A　34　38　00(エンドコード)
　　　　1　1　：　3　2　：　4　8
注10：文字列の格納状態は，CVTI$S(52FBH)と同じですが，その格納アドレスをDEで示すところが異なります．また内部コードは，11：32：48なら11　32　48です．
注11：DAYMESは日付のアスキーコード8バイトが格納されているワークエリアですので，日付変更の場合は，DAYMESを設定してから実行して下さい．
注12：DATSTSと同様にDAYMESにアスキーコード3バイトで曜日を設定してから実行して下さい．
注13：DATSTSと同様にDAYMESにアスキーコード8バイトで時刻を設定してから実行して下さい．
注14：DATSTSと同様にDAYMESにセットしますが内部コードでセットするところが異なります．
注15：BASICのLINE(X1, Y1)－(X2, Y2)，モード，パレットコード，BF，TILBUFと同じ働きをします．ウィンドウからはみでた部分は，無視します．

LINEXS ：先頭X座標(X1)	PSMODE：モード	GCOLOR ：パレットコード
LINEYS ：先頭Y座標(Y1)	0：テキストでぬりつぶす	
LINEXE ：最終X座標(X2)	1：PSET	00～07H　ノーマルボックスフル
LINEYE ：最終Y座標(Y2)	2：PRESET	08～7FH　タイリングボックスフル
	3：XOR	80H　TILBUFのパターンでボックスフル

PSMODE＝0のときCHRCOD，COLORF，KSENFGを参照します．また，GCOLORが80HのときTILBUFを参照するので実行前に設定しておいて下さい．
ワークエリアSCRNM 3≧6のとき何も実行しません．

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
BOXSUB	5604	LINEXS LINEYS LINEXE LINEYE PSMODE GCOLOR LINPAT		AF, BC, DE, HL, BC′, DE′, HL′, IX, IY	四角形を描きます．(注1)
LINESB	569F	LINEXS LINEYS LINEXE LINEYE PSMODE GCOLOR LINPAT		AF, BC, DE, HL, BC′, DE′, HL′, IX, IY	直線を引きます．(注2)
ELHPUT	578D	BC E L H	BC E L H	AF	PUTのルーチンです．(注3)
ELHGET	57AA	BC：グラフィックアドレス	BC E L H	AF, E, HL	GETのルーチンです．
PSETSB	57F1	PSETX ：X座標 PSETY ：Y座標 GCOLOR：パレットコード		AF, BC, DE, HL	PSETのルーチンです．
RESETS	580C	PSETX ：X座標 PSETY ：Y座標 GCOLOR：パレットコード		AF, BC, DE, HL	PESETのルーチンです．
POINTS	58BD	HL：X座標 DE：Y座標 SCRNM2：スクリーンモード (0…カラー 1, 2, 3…モノクロ)	A：パレットコード (0～7) CY＝1ならウィンドウ外	AF, BC, DE, HL	A＝POINT(HL, DE)を行います．
GRAADR	5907	HL：X座標 DE：Y座標 SCRNM2：スクリーンモード (0…カラー 1, 2, 3…モノクロ)	HL：グラフィックアドレス CY＝1ならウィンドウ外	AF, BC, DE, HL	与えられたグラフィック座標がウィンドウ内かチェックしてグラフィックアドレスを計算します．
GRAAD2	590F	HL：X座標 DE：Y座標 SCRNM2：スクリーンモード (0…カラー 1, 2, 3…モノクロ)	HL：グラフィックアドレス	AF, BC, DE, HL	グラフィックアドレスを計算します．ウィンドウのチェックはしません．
UPADR	59A8	BC：グラフィックアドレス WK1FD0 WIDTH0 SCRNM3	BC：1ライン上げたあとのグラフィックアドレス	AF	グラフィックアドレスを1ライン分上げます．
DWADR	59FC	BC：グラフィックアドレス WK1FD0 WIDTH0 SCRNM3	BC：1ライン下げたあとのグラフィックアドレス	AF	グラフィックアドレスを1ライン分下げます．
CLSGRA	5A4D	CLSMOD 0：青，赤，緑全て 1：青 2：赤 3：緑		AF, BC, DE, HL	グラフィック画面のクリアを行います．
WINDOI	5AD8			AF, BC, DE, HL	ウィンドウを最大にします．

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
WINDST	5AEA	HL：X座標の最小値 DE：Y座標の最小値 HL'：X座標の最大値 DE：Y座標の最大値		AF，BC， DE，HL， AF'，BC'， DE'，HL'	パラメータを与えてウィンドウを設定します．
TILCOL	5B99	GCOLOR TILBUF GCOLOR≧80Hのときは何も実行しません	TILBUF	AF，BC， DE，HL	タイルバッファにカラーパターンを設定します．
HPAINT	5EA1	PAINTX：X座標 PAINTY：Y座標 GCOLOR BKCLLN BKCOLOR TMPEND		AF，BC， DE，HL， BC'，DE'， HL'	任意の部分を指定したカラーでペイントします．（注4）
TILSET	61A5	A：バッファNo.（0～7） TILBUF：タイルパターン	TILLBF：タイルパターンデータ	AF，HL	タイルバッファにタイルパターンを設定します．
PATSUB	623D	GCURX：X座標 GCURY：Y座標 PATUDD DE A		AF，BC， BC'，DE， DE'，HL	PATTERN処理ルーチンです．（注5）
POLYSB	630B	SINSX SINSY SINRX SINRY GCOLOR SIND SINSTA SINEND			多角形，または円・弧を描きます．（注6）
TEMPSB	656E	DE：テンポ（30～7500）		AF，BC， DE，HL	テンポを設定します(CTC3カウンター設定DE/7500)．
MUSICS	65AC	DE HL A		AF，BC， DE，HL	音楽演奏をします．（注7）

注1：LINE(X1, Y1)−(X2, Y2)，モード，パレットコード，B，LINPATの働きをします。ウィンドウからはみでた部分は，無視します．
LINPAT　2バイトのラインパターン
SCRNM 3≧6のとき何も実行しません．
PSMODE＝0のときCHRCOD，COLORF，KSENFG，LINPATを参照しますので実行前に設定しておいて下さい．
BOXFUL参照

注2：LINE(X1, Y1)−(X2, Y2)，モード，パレットコード，B，LINPATの働きをします。ウィンドウからはみでた部分は，無視します．
SCRNM 3≧6のとき何も実行しません．
BOXFUL，BOXSUB参照

注3：BC：グラフィックアドレス　グラフィックモード 0　0000H～3FFFH　E青のデータ
1　4000H～7FFFH　L赤のデータ
2　8000H～BFFFH　H緑のデータ
3　C000H～FFFFH

注4：BKCOLORは境界色の色番号を示します．境界色は複数指定できますので，その色数をBKCLLNで指定して下さい．
TMPENDはペイント用ワークエリア先頭アドレスで，TMPENDからスタックポインタが示すアドレスまでがペイント用ワークエリアとして使用されます．

注5：PATUDDはタイルパターンの長さで00H～7FHのとき下方向，80H～FFHで上方向を意味します．DEでパターンデータの格納先頭アドレス，Aでパターンデータの長さを設定してください．

注6：SINSX：中心のX座標　SINRX：水平方向の半径　GCOLOR：パレットコード
SINSY：中心のY座標　SINRY：垂直方向の半径　SIND：ステップ角　360/n度
SINSTA：初期角　SINEND：終了角

注7：DEは音楽データの格納先頭アドレス，HLのインターラプトバッファの先頭アドレスです．
Aにはバックグラウンドプレイをするかしないかを示すミュージックモードの値が入ります．
A＝1のときバックグラウンドプレイをします．
なお音楽データは，アスキーコード文字列＋エンドコード00Hで格納して下さい．
インターラプトバッファには，インターラプトジョブ用に変換されたデータが格納されます．
A＝0のときDE=HLです．
インターラプトジョブ用データについては，MUBFST(65F2H)を参照してください．

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　　能
MUBFST	65F2	DE HL	DE HL A	AF, C	音楽データをインターラプトジョブ用データに変換します.(注1)
SIOCTC	6D3F			AF, BC, DE, HL	CTCとSIOのイニシャライズを行います.
RSINIT	6DA5	H：CTC 1データ L：SIO R4データ D：SIO R5データ E：SIO R3データ		AF, BC, DE, HL	SIOのチャンネルAのモードセットを行います.(注2)
RXINP	6E59		A：入力したデータ	AF	RS-232Cインターフェイスよりデータの入力を行います.(注3)
RXSNS	6E83		ZF＝1 データなし ZF＝0 入力可能	AF, HL	RS-232Cインターフェイスからのデータの入力ができるかどうかを調べます.
TXOUT	6E8A	A：出力するデータ	A：出力したデータ	フラグ	RS-232Cインターフェイスへデータの出力を行います.(注4)
TXSNS	6EA7		ZF＝1 出力不可能 ZF＝0 出力可能	AF, BC	RS-232Cインターフェイスへデータが出力できるかどうか調べます.
MOUSE0	6EAF			AF, BC	マウス割り込みモードの解除を行います.(注5)
MOUSE1	6EC0	HL：マウスカーソル初期X座標 DE：マウスカーソル初期Y座標		AF, BC, DE, HL	マウス割り込みモードの設定を行います.(注6)
SAVE1	7020	HL：FCB先頭アドレス DE：FCBサイズ	HL：FCB先頭アドレス DE：FCBサイズ A：エラーコード	AF, BC	データレコーダへのFBCの出力を行います.(注7)
SAVE2	7024	HL：データ先頭アドレス DE：データサイズ	HL：データ先頭アドレス DE：データサイズ A：エラーコード	AF, BC	データレコーダへのデータの出力を行います.(注8)
LOAD1	7047	HL：FCB先頭アドレス DE：FCBサイズ	HL：FCB先頭アドレス DE：FCBサイズ A：エラーコード	AF, BC	データレコーダからFCBの入力を行います.(注8)
LOAD2	704B	HL：データ先頭アドレス DE：データサイズ	HL：データ先頭アドレス DE：データサイズ A：エラーコード	AF, BC	データレコーダからデータの入力を行います.(注8)
VERFY2	705C	HL：データ先頭アドレス DE：データサイズ	HL：データ先頭アドレス DE：データサイズ A：エラーコード	AF, BC	データレコーダへ出力したデータとメモリの内容を比較します.(注8)
CMTCOM	72C3	A：コントロールコード	A：コントロールコード		データレコーダのコントロールコードを出力します.(注9)
CMTSNS	72CD		A	AF	データレコーダの状態を調べます.(注10)
FDCRED	739D	HL：データ格納先頭アドレス DE：レコード番号(読み込み開始) A FDCNO UNITNO		AF, BC, DE, HL, AF'	デバイスよりデータの入力を行います.(注11)

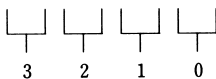
ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
FDCWRT	73AA	HL：データ格納先頭アドレス DE：レコード番号（読み込み開始） A FDCNO UNITNO		AF, BC, DE, HL, AF'	デバイスへデータの出力を行います.（注12)
FDCVFY	73B7	HL DE A FDCNO UNITNO		AF, BC, DE, HL, AF'	デバイスのベリファイを行います.（注13)
DSKRED	76CA	HL D E A' UNITNO SECMIN SECMAX	HL：次のデータ格納先頭アドレス D：次のトラック番号 E：次のセクタ番号	AF, BC, DE, HL, AF'	DMAを使用しないで3インチor 5インチディスクからデータの入力を行います.（注14)
DSKWRT	76D5	HL D E A' UNITNO SECMIN SECMAX	HL：次のデータ格納先頭アドレス D：次のトラック番号 E：次のセクタ番号	AF, BC, DE, HL, AF'	DMAを使用しないで3インチor 5インチディスクへデータの出力を行います.
DSKVFY	76E0	HL D E A' UNITNO SECMIN SECMAX	HL：次のデータ格納先頭アドレス D：次のトラック番号 E：次のセクタ番号	AF, BC, DE, HL, AF'	DMAを使用しないで3インチor 5インチディスクのベリファイを行います.
MOTOF8	7792	MTOFIO UNITNO：ドライブNo.		AF, BC	3インチor 5インチor 8インチディスクドライブのモータをOFFにします.（注15)

注1：入力のDEは，音楽データ格納先頭アドレスで，HLは，インターラプトジョブ用データ格納先頭アドレスです. 出力のDEは音楽データエンドアドレス＋1で，HLはインターラプトジョブ用データエンドアドレス＋1です. また出力のAはエンドコードです.
注2：HL, DEにセットする値によってボーレート，パリティ，データビット長，ストップビット長が設定されます.
注3：このルーチンは，データの入力があるまでループしますのでRXSNS(6E83H)で入力チェックを行ってからコールして下さい.
注4：このルーチンもRXINP(6E59H)と同様に出力があるまでループしますのでTXSNS(6EA7H)で出力できるかチェックしてからコールして下さい.
注5：CTC0にノンインターラプトモードが設定されることになります.
注6：CTC0, CTC2, SIOBにインターラプトモードが設定され，マウスを操作すれば関連したワークエリアが変化します.
注7：A：エラーコード
　A＝0　OK　　A＝1　ブレイクされた
　A＝3　テープなし　A＝4　ライトプロテクトされている　A＝5　テープエンド
注8：エラーコードはSAVE1と同じです.
注9：A：コントロールコード
　A＝0　EJECT　A＝1　STOP　A＝2　PLAY　A＝3　早送り　A＝4　巻きもどし
　A＝5　APSS1　A＝6　APSS-1　A＝10　REC
注10：Aに入っているデータのbit2＝1だとプロテクトされており，bit1＝1だとテープがセットされており，bit0＝1だとデータレコーダ作動中ということです.
注11：DEには読み込みを開始するレコード番号，Aにはレコード数，FDCNOにはデバイスNo. UNITNOにはドライブNo.が入ります.
　FDCNO＝5　MEM0：～MEM1：　FDCNO＝6　EMM1：～EMM9：　FDCNO＝7　0：～3：(3インチor 5インチディスク)
　FDCNO＝8　F0H～F3H(8インチディスク)　FDCNO＝9　HD0：～HD3：(ハードディスク)
注12：FDCRED(739DH)を参照して下さい.
注13：HL, DE, A, FDCNO, UNITNOはFDCRED(739DH)を参照して下さい. ただしFDCNOは，5，6，7のDMAを使用しないタイプだけしか指定できません.
注14：HLはデータ格納先頭アドレス，D＝トラックNo.×2＋サイドNo., E＝セクタNo.(1～16), A'＝セクタ数, UNITNO＝ドライブNo., SECMIN：01H, SECMAX：10Hが初期値です.
注15：MTOFIO＝0FCH　3インチor 5インチ, MTOFIO＝0FCH　8インチ

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
MOTOFF	7797	UNITNO：ドライブNo.		AF BC	3インチor 5インチディスクのモータをOFFにします.
HDINIT	78D9	A：ドライブNo. (0～0FH)		AF, HL, BC, IY, DE	ハードディスクのイニシャライズを行います.
HDOFFS	78E2	A：ドライブNo. (0～0FH)			BASICのHDOFFと同じ働きをします.（注1）
JPBCNE	7D6C	BC：ROMアドレス	CY	フラグ	BCレジスタの示すROM内ルーチンにジャンプします．ただしエラー処理は行いません. （注2）
BIOSER	F83C	A：エラーコード SP, SP+1： エラー発生アドレス	A：エラーコード SP, SP+1： エラー発生アドレス	B	BIOSでエラーが発生したときの処理を行います.（注3）
KEYRAM	F843				キー割り込みが行われた場合の処理を行います.（注4）
INTSUB	F847				割り込み処理ルーチンへのジャンプを行います.（注5）
OPENF9	F8B7		CY=1 エラー発生 CY=0 オープン可能	AF, BC, DE, HL	ユーザー辞書モードのオープン処理を行います.（注6）
OPENF8	F8BA		CY=1 エラー発生 CY=0 オープン可能	AF, BC, DE, HL	システム辞書モードのオープン処理を行います.
OPENF7	F8BD		CY=1 エラー発生 CY=0 オープン可能	AF, BC, DE, HL	音訓辞書モードのオープン処理を行います.
FINDF7	F8C0	（注5）	（注5）	・システム／ユーザー辞書モード AF, BC, DE, HL, ・音訓辞書モード AF, BC, DE	かな漢字変換処理を行います. （注7）
NEXTF7	F8C3	（注1）	（注1）	・システム/ユーザー辞書モード AF, BC, DE, HL ・音訓辞書モード AF, BC, DE	次候補漢字のバッファを設定します.（注8）
BACKF7	F8C6	（注1）	（注1）	・システム/ユーザー辞書モード AF, BC, DE, HL ・音訓辞書モード AF, BC, DE	前候補漢字のバッファを設定します.（注8）
X1CLF7	F8C9	C HL		AF, BC, DE, HL	漢字の選択と学習機能処理を行います.（注9）
NEXTJS	F8CC		DE：シフトJISコード	AF, DE	音訓辞書モード次候補，シフトJISコード入力の処理を行います.
BITDES	F8DE	LPTBUF：データ LPOS B：データ長 KANJI F：モード		AF, BC, DE, HL	ビットイメージLPRINT用バッファの出力を行います.
HCOPYS	F8E1	A：HCOPYモード		AF, BC, DE, HL	HCOPYの処理を行います. （注10）

ルーチン名	アドレス	入　力	出　力	破壊されるレジスタ	機　能
CPSM23	F8E4	A：HCOPYモード		AF, BC, DE, HL	HCOPYの処理を行います(WIDTH 20 or WIDTH 10).(注10)
KEYSNN	F8E7	POINT1 POINT2 INBUF POINT3 INPBUF	POINT1 POINT2 POINT3 INBUF ZF＝0ならKEYGET OK	AF, BC, DE, HL	キーセンスの処理を行います(POINT1, POINT2, INBUFの内容をPOINT3, INPBUFへ送ります).(注11)
SCRRAM	F8EA	D：Y LENGTH E：X LENGTH HL：スタートアトリビュートアドレス		AF, BC, DE, HL	テキストV-RAMスクロールを処理します.
HDDMAS	F929				ハードディスクのリード/ライトを行います.
DSKWKS	F96E				コマンドを送ったあと，ディスク1セクタリード/ライトを行います.
MEMEMM	F9A4				MEM:EMM:のリード/ライトを行います.
HLDECK	FA25	HL：データ先頭アドレス DE：データ先頭アドレス C：データ長	ZF＝1ならすべて一致	AF	HL, DEの示すアドレスからの値をCバイト比較します.
SETRES	FA39				PSET, PRESET, XORの処理を行います.
SETMD	FA3D				PSET, PRESET, XOR, POINT1の処理を行います.
RESMD	FA40				PSET, PRESET, XOR, POINT0の処理を行います.

注1：ヘッドをレコードNo. 9E4BHまでシークします.
注2：CY＝1のときAにエラーコードが入ります.
　　CY＝0のときエラーは発生しません.
注3：バンクをメインメモリ側に切換えエラー処理ルーチン(000DH)へジャンプします.
注4：HLをスタックに待避した後F845H(LOW), F846H(HIGH)で指示されるアドレスを次のINTSUBに渡します. そのためF845H, F846Hにはあらかじめ実行させたいルーチンのアドレスを設定しておく必要があります. また，ユーザー割り込みルーチンは8000H以降に置きます.
注5：このルーチンは，バンク状況を待避した上でバンクをROMに切り換え，HLで示される割り込み処理ルーチンへ制御を渡します. 処理が終了するとバンクを元に戻して割り込みを解除します. このため，このルーチンを呼ぶときにはHLに割り込み処理ルーチンのアドレスをセットしておく必要があります.
注6：辞書のオープンチェックとかな漢字変換用ルーチン(F8C0H～F8CEH)の設定を行います. OPEN F9(F8B7H)～NEXTJS(F8CCH)までのルーチンはすべてジャンプテーブルです. BASICが起動されると設定されます.
注7：●システム/ユーザー辞書モードでは，入力のDE＝アスキーバッファ先頭アドレス，HL＝漢字バッファ先頭アドレス(最大40バイト)出力はCY＝1ならNot Found, ZF＝1なら1 WordのみFound, 漢字バッファ＝漢字データです.
　　●音訓辞書モードでは入力はDE＝アスキーバッファ先頭アドレス，出力はCY＝1ならNot Found, ZF＝1ならDEのコードのみFound, DE＝最初の漢字シフトJISコード
注8：・システム/ユーザー辞書モードでは，入力はHL＝漢字バッファアドレス(最大40バイト) 出力は漢字バッファ＝漢字データです.
　　・音訓辞書モードでは，入力はなし，出力はDE＝漢字シフトJISコードです.
注9：C＝セレクトキー－1，データ…0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8(例えば6を押せばC＝5)，CRを押したとき00FFH, HL＝セレクト漢字データアドレスこれはシステム/ユーザー辞書モード，音訓辞書モードでは同じです. 又，システム/ユーザー辞書モードではセレクト漢字データのエンドコードは，30H以下です.
注10：A＝FFH　テキスト　A＝0　グラフィック全て　A＝1　G1
　　A＝2　G2　A＝3　G3　A＝4　テキストとグラフィック全て
　　DIとEI命令は使用してはいけません.
注11：かな漢字変換処理のとき使われます.

B-2 ワークエリア

ラベル名	アドレス	内　容
FLMAX	7B2D	浮動小数点データテーブル(1D+16・・100)〔8バイト〕
FLTEN	7BA5	浮動小数点データテーブル(10)
FLONE	7BAD	浮動小数点データテーブル(1)
FLLAST	7BB5	浮動小数点データテーブル(0.1)
DLLMT	7BBD	浮動小数点データテーブル(1D-16)
SLLMT	7BC5	浮動小数点データテーブル(1E-8〔5バイト〕, 1D-8)
	7BCA 〜 7D6B	関数用データテーブル
WORK	7D9C	ワークエリア(F800H〜FA63H)のイニシャライズ用データ
INTTAB	F800 〜 F83B	インターラプトジョブ・ジャンプ・テーブル *のテーブルはROMでは未使用です。ユーザーが自由に定義して使用することができます。 *F800, 01　SIOB OUT BUFF EMPTY *F802, 03　SIOB STATUS F804, 05　SIOB IN BUFF OK (SIOBIN) F806, 07　SIOB ERROR, SDLC (SIOBER) *F808, 09　SIOA OUT BUFF EMPTY *F80A, 0B　SIOA STATUS F80C, 0D　SIOA IN BUFF OK (SIOAIN) F80E, 0F　SIOA ERROR, SDLC (SIOAER) *F810, 11　DMA RDY INT *F812, 13　DMA EQU INT *F814, 15　DMA EOB INT *F816, 17　DMA EOB EQU INT F818, 19　CTC 0 (CTC0IN) 1msec COUNTER (MOUSE=64msec) F81A, 1B　キー・インターラプト・テーブル *F81C, 1D　CTC2 F81E, 1F　CTC3 (CTC3IN) (TEMPO) *F820, 21　TIMER 0 *F822, 23　TIMER 1 *F824, 25　TIMER 2 *F826, 27　TIMER 3 *F828, 29　TIMER 4 *F82A, 2B　TIMER 5 *F82C, 2D　TIMER 6 *F82E, 2F　TIMER 7 *F830, 31　ユーザーインターラプト用 *F832, 33　ユーザーインターラプト用 *F834, 35　ユーザーインターラプト用 *F836, 37　ユーザーインターラプト用 *F838, 39　ユーザーインターラプト用 *F83A, 3B　ユーザーインターラプト用
X1MODB	F876	XFER　モードバッファ bit　7：0・・ローマ字モード・オフ　1・・ローマ字モード bit　6：0・・全角　1・・半角 bit　5：0・・ひらがな　1・・カタカナ bit　4：0・・間接　1・・直接 bit　3：0・・コード入力　1・・変換 **bit　3が1のとき** bit　2, 1：00・・一文字変換 01・・音訓辞書変換 10・・システム辞書変換 11・・ユーザー辞書変換 **bit　3が0のとき** bit　0：0・・JIS漢字またはシフトJISコード 1・・区点コード
OPTKEY	F877 F878	ロールダウンキーのコード　(0FH, 03H) ロールアップキーのコード　(0EH, 04H)
HELPKY	F879	ヘルプキーコード　(11H)
COPYKY	F87A	コピーキーコード　(10H)
GRAXMX	F87B	グラフィックX座標最大値(319, 639)
GRAYMX	F87D	グラフィックY座標最大値(191, 199, 383, 399)

ラベル名	アドレス	内　　容
WIDTH0	F87F	テキストX座標最大値＋1 (40, 80)
CURYMX	F880	テキストY座標最大値　(9, 11, 19, 24)
VRMGAI	F881	外字 JIS 漢字コード(7621H～7660H)の上位バイトデータ(76H)
PRTGAI	F882	プリンタ外字コード(7621H～7660H)の上位バイトデータ(76H)
LPCRCD	F883	プリンタへの CR+LF 出力モード　(82H) ？1H・・・0DH ？2H・・・0AH ？3H・・・0DH+0AH bit 7＝1のとき，HCOPY の CR+LF は OFF
LPPGCD	F884	プリンタフォームフィードコード　(0CH)
LPTGIC	F885	HCOPY モード(640ドットモード)設定コード
		F885　データ長：02H F886　データ長：1BH F887　データ長：52H F888　データ長：00H F889　データ長：00H
LPTLSC	F88A	ラインフィードピッチコード(1キャラクタ) F88A　データ長：04H F88B　データ長：1BH F88C　データ長：25H F88D　データ長：39H F88E　データ長：0FH
LPTBTC	F88F	ビットイメージ・アウトコード＋モード (03H, 1BH, 25H, 32H)　＋ (00H) F88F　データ長 bit 7・・・BIT DATA TWICE モード ＝1のとき"AABBCCDD" ＝0のとき"ABCD" F890 ～　データ(最大3バイト) F893 ＊F890＋F88F LENGTH MODE (ビットイメージデータ長＝上位＊256＋下位) 00H・・・CHR$(上位)＋CHR$(下位) 01H・・・CHR$(下位)＋CHR$(上位) 02H・・・USING"####"；上位＊256＋下位
LPTLNC	F894	ラインフィードピッチコード (02H, 1BH, 36H, 00H, 00H) F894　データ長 F895 ～　データ(最大4バイト) F898
LPTGOC	F899	ノーマルモード(960ドットモード)設定コード (02H, 1BH, 45H, 00H, 00H) F899　データ長 F89A ～　データ(最大4バイト) F89D
LPTKIC	F89E	漢字 IN コードまたはビットイメージ LPRINT フラグ **●漢字プリンタの場合** F89E　データ長 F89F ～　データ(最大3バイト) F8A1 (例) CZ-80PK……02H, 1BH, 4BH, 0 **●非漢字プリンタの場合** F89E　80H……KMODE 1のとき　ビットイメージ KMODE 0のとき　アスキーコード LPRINT F0H……KMODE 1, 0ともビットイメージ F89F　1ラインデータ最大値(80, 96, 120…最大140)

ラベル名	アドレス	内　　容
DOTSPC	F8A2	ドットスペースコード＋オフセットまたはラインフィードピッチ設定コード (03H, 1BH, 25H, 39H, 00H) **●漢字プリンタの場合**……漢字ドットスペースコード F8A2　データ長 F8A3　データ(最大3バイト) (例) CZ-80PK……(01H, 1BH)＋(00H)＋(0, 0) F8A6 (注) データ長は実際に送るデータ長－1，最終データはKLFTDTとKRGTDTのオフセット **●非漢字プリンタの場合**…ラインフィードピッチ設定コード F8A2　データ長 bit 7＝データイメージ 1…0123456789ABCDEFイメージ 0…08192A3B4C5D6E7Fイメージ F8A3 ≀　データ(最大4バイト) F8A6
KLFTDT	F8A7	漢字左ドットスペースまたは16ドットイメージ第1ラインフィードピッチコード(01H) **●漢字プリンタ** 漢字左ドットスペースコード DOTSPC＋KLFTDT…CHR$ (&H1B, &H00＋&H00) (例) CZ-80PK……00H **●非漢字プリンタ**(01H) 第1ラインフィードピッチコード DOTSPC＋KLFTDT…CHR$ (&H1B, &H25, &H39, 1)
KRGTDT	F8A8	漢字右ドットスペースまたは16ドットイメージ第2ラインフィードピッチコード(17H) **●漢字プリンタ** 漢字右ドットスペースコード DOTSPC＋KRGTDT…CHR$ (&H1B, &H00＋&H06) (例) CZ-80PK……06H **●非漢字プリンタ**(17H) 第2ラインフィードピッチコード DOTSPC＋KRGTDT…CHR$ (&H1B, &H25, &H39, &H17)
LPTKOC	F8A9	漢字OUTコード　(00H, 0, 0, 0) F8A9　データ長 bit 7＝LPTKIC, LPTKOC OUT MODE 1 …ASCII ; ASCII ; KI ; KANJI ; KO ; KI ; KANJI ; KO ; ASCII ; ASCII ; … 0 …ASCII ; ASCII ; KI ; KANJI ; KANJI ; KO ; ASCII ; ASCII ; …… F8AA ≀　データ(最大3バイト) F8AC
LPACHN	F8AD	漢字プリンタ半角コード上位バイトデータ　(0FFH) 0FFH……半角コードではない 00H～0FEH……半角コード上位バイト ASCIIコード(20H～7FH, A0H～DFH)のとき, 漢字コード(???20H～???7FH, ??A0H～??DFH)
PRTDLY	F8AE	プリンタデバイスオフラインエラータイマーデータ　(0DH)
LPTABL	F8AF	プリンタTAB幅データ　(08H)
VRMPRS	F8B0	データバッファプリンタデータ交換
RLARRA	F8B2	プリンタヘッドのMSBまたはLSBセレクト ヘッドピン MSB……データ bit MSB (17H…RLA) データ bit LSB (1FH…RRA) ヘッドピン LSB……データ bit LSB (17H…RLA) データ bit MSB (1FH…RRA)

ラベル名	アドレス	内　　容
COLORF	F8D0	アトリビュートバッファ (CSIZE, CGEN, CFLASH, CREV, COLOR) bit 7, 6 　0 0……CSIZE 0 　0 1……CSIZE 1 　1 0……CSIZE 2 　1 1……CSIZE 3 bit 5 　0……CGEN 0 　1……CGEN 1 bit 4 　0……CFLASH 0 　1……CFLASH 1 bit 3 　0……CREV 0 　1……CREV 1 bit 2, 1, 0 　0 0 0…COLOR 0 　0 0 1…COLOR 1 　0 1 0…COLOR 2 　0 1 1…COLOR 3 　1 0 0…COLOR 4 　1 0 1…COLOR 5 　1 1 0…COLOR 6 　1 1 1…COLOR 7
CLSCHR	F8D1	スクリーンヌルキャラクタコード (20H)
BPRIOF	F8D2	I／Oアドレス 1000H データバッファ (0AAH) 〔パレット……青〕 G1 = (4000H〜7FFFH　I／O) G2 = (8000H〜BFFFH　I／O) G3 = (C000H〜FFFFH　I／O) bit 7 = 1…(G3= 1, G2= 1, G1= 1　ポイント)→青 bit 6 = 1…(G3= 1, G2= 1, G1= 0　ポイント)→青 bit 5 = 1…(G3= 1, G2= 0, G1= 1　ポイント)→青 bit 4 = 1…(G3= 1, G2= 0, G1= 0　ポイント)→青 bit 3 = 1…(G3= 0, G2= 1, G1= 1　ポイント)→青 bit 2 = 1…(G3= 0, G2= 1, G1= 0　ポイント)→青 bit 1 = 1…(G3= 0, G2= 0, G1= 1　ポイント)→青 bit 0 = 1…(G3= 0, G2= 0, G1= 0　ポイント)→青
RPRIOF	F8D3	I／Oアドレス 1100H データバッファ (0CCH) 〔パレット……赤〕 G1 = (4000H〜7FFFH　I／O) G2 = (8000H〜BFFFH　I／O) G3 = (C000H〜FFFFH　I／O) bit 7 = 1…(G3= 1, G2= 1, G1= 1　ポイント)→赤 bit 6 = 1…(G3= 1, G2= 1, G1= 0　ポイント)→赤 bit 5 = 1…(G3= 1, G2= 0, G1= 1　ポイント)→赤 bit 4 = 1…(G3= 1, G2= 0, G1= 0　ポイント)→赤 bit 3 = 1…(G3= 0, G2= 1, G1= 1　ポイント)→赤 bit 2 = 1…(G3= 0, G2= 1, G1= 0　ポイント)→赤 bit 1 = 1…(G3= 0, G2= 0, G1= 1　ポイント)→赤 bit 0 = 1…(G3= 0, G2= 0, G1= 0　ポイント)→赤
GPRIOF	F8D4	I／Oアドレス 1200H データバッファ (0F0H) 〔パレット……緑〕 G1 = (4000H〜7FFFH　I／O) G2 = (8000H〜BFFFH　I／O) G3 = (C000H〜FFFFH　I／O) bit 7 = 1…(G3= 1, G2= 1, G1= 1　ポイント)→緑 bit 6 = 1…(G3= 1, G2= 1, G1= 0　ポイント)→緑 bit 5 = 1…(G3= 1, G2= 0, G1= 1　ポイント)→緑 bit 4 = 1…(G3= 1, G2= 0, G1= 0　ポイント)→緑 bit 3 = 1…(G3= 0, G2= 1, G1= 1　ポイント)→緑 bit 2 = 1…(G3= 0, G2= 1, G1= 0　ポイント)→緑 bit 1 = 1…(G3= 0, G2= 0, G1= 1　ポイント)→緑 bit 0 = 1…(G3= 0, G2= 0, G1= 0　ポイント)→緑

ラベル名	アドレス	内　　　　容
TPRIOF	F8D5	I／Oアドレス1300H データバッファ　(00H) 〔PRW データ〕 G1＝(4000H～7FFFH　I／O) G2＝(8000H～BFFFH　I／O) G3＝(C000H～FFFFH　I／O) bit 7＝1…(G3＝1，G2＝1，G1＝1　ポイント)>テキスト bit 6＝1…(G3＝1，G2＝1，G1＝0　ポイント)>テキスト bit 5＝1…(G3＝1，G2＝0，G1＝1　ポイント)>テキスト bit 4＝1…(G3＝1，G2＝0，G1＝0　ポイント)>テキスト bit 3＝1…(G3＝0，G2＝1，G1＝1　ポイント)>テキスト bit 2＝1…(G3＝0，G2＝1，G1＝0　ポイント)>テキスト bit 1＝1…(G3＝0，G2＝0，G1＝1　ポイント)>テキスト bit 0＝1…(G3＝0，G2＝0，G1＝0　ポイント)>テキスト
WK1FD0	F8D6	I／Oアドレス1FD0H データバッファ　(00H) bit 7＝1…WIDTH, 20：WIDTH, 10 ＝0…WIDTH, 25：WIDTH, 12 bit 6＝1…CGREAD, 16ラインCG ＝0…CGREAD, 8ラインCG bit 5＝1…HIGH スピード CG アクセス ＝0…X1 スピード CG アクセス bit 4＝1…CPU アクセス G-RAM(バンク1) ＝0…CPU アクセス G-RAM(バンク0) bit 3＝1…CRT ディスプレイ G-RAM(バンク1) ＝0…CRT ディスプレイ G-RAM(バンク0) bit 2＝1…WIDTH, 12：WIDTH, 10 ＝0…WIDTH, 25：WIDTH, 20 bit 1＝1…G-RAM 1ライン＝CRT 2ライン ＝0…G-RAM 1ライン＝CRT 1ライン bit 0＝1…400ラインディスプレイモード ＝0…200ラインディスプレイモード bit 7, 2, 1, 0 0 0 0 0 …… WIDTH, 25, 0, 1 0 0 0 1 …… WIDTH, 25, 1, 2 0 0 1 1 …… WIDTH, 25, 0, 2 0 1 0 0 …… WIDTH, 12, 0, 1 0 1 0 1 …… WIDTH, 12, 1, 2 0 1 1 1 …… WIDTH, 12, 0, 2 1 0 0 0 …… WIDTH, 20, 0, 1 1 0 1 1 …… WIDTH, 20, 0, 2 1 1 0 0 …… WIDTH, 10, 0, 1
SCRMOD	F8D7	オプションスクリーンモードデータ　(04H) 0…バンク0＝グラフィック　バンク1＝グラフィック 1…バンク0＝グラフィック　バンク1＝変数 2…バンク0＝ファイル(MEM0：)　バンク1＝変数 3…バンク0＝グラフィック　バンク1＝FILE(MEM1：) 4…バンク0＝ファイル(MEM0：)　バンク1＝FILE(MEM1：)
SECMIN	F8D8	セクター№最小値　(01H)
SECMAX	F8D9	セクター№最大値　(10H or 1AH) 3インチ or 5インチ or 8インチディスク NEXT SECTOR　チェックワークエリア
PRCSON	F8DA	データタイプ　(08H) 2……整数型 3……文字型 5……単精度 8……倍精度
REPTF1	F8DB	リピート　ON／OFF　データ　(01H) 0……リピートOFF 1……リピートON
TMPEND	F8DC	BASIC テキスト，変数，文字変数，ワークエリアエンドアドレス PAINT 用スタックワークエリアスタートアドレス　(8000H)
RAMCR1	F8ED	INPUTF, BINPUT CR 処理テーブル (0C3H, 078H, 017H)……CR＋LF (0C9H, 078H, 017H)……カーソルポジションリターン エデットコマンドで使用
MTOFIO	F928	ディスクモーターOFF　I／Oアドレスバッファ 0FCH……3インチ or 5インチ 0ECH……8インチ

ラベル名	アドレス	内　　容
X1MDCL	FA46	XFERモード・カラー　(05H)
X1SLCL	FA47	XFERセレクト・カラー　(15H)
CLICKM	FA48	クリック音データバッファ(8バイト)
INSPRT	FA50	スクロールモードバッファ C3H ……BINPUT or INPUTF 11H ……ACCPRT
POWERF	FA51	サブルーチン　POWERS(4AD9H)用データタイプバッファ　(05H)
SEED	FA52	サブルーチン　RND(4E96H)用SEEDバッファ(2バイト)
MEMMAX	FA54	LIMITアドレスバッファ　(0F800H)
HCXMIN	FA56	HCOPY X座標最小値　(00H)
HCXMAX	FA57	HCOPY X座標最大値　(27H)
HCYMIN	FA58	HCOPY Y座標最小値　(00H)
HCYMAX	FA59	HCOPY Y座標最大値　(31H or 2FH)
MOUSX1	FA5A	マウスウィンドウ　X座標最小値　(0000H)
MOUSY1	FA5C	マウスウィンドウ　Y座標最小値　(0000H)
MOUSX2	FA5E	マウスウィンドウ　X座標最大値　(013FH)
MOUSY2	FA60	マウスウィンドウ　Y座標最大値　(00C7H)
MOUSXD	FA62	マウスX方向移動ステップ－1(0～63)　(09H)
MOUSYD	FA63	マウスY方向移動ステップ－1(0～63)　(09H)
TABBUF	FA64	水平タブポジションデータバッファ(80バイト) (注) 1のところがタブポジション カーソルX 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 : 0～15 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 : 16～31 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 : 32～47 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 : 48～63 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 : 64～79
FD5DRT	FAB4	3インチ or 5インチディスクドライブタイプ(4バイト) FAB4　ドライブ0用データ FAB5　ドライブ1用データ FAB6　ドライブ2用データ FAB7　ドライブ3用データ **データ** 0…NON DMA 2D ドライバ(320Kバイト) 1…DMA 2DD ドライバ(640Kバイト) 2…DMA 2HD ドライバ(1Mバイト ALL 256バイト フォーマット) 3…DMA 2HD ドライバ(1Mバイト 1トラック 1セクタ 1サイド 128) 4…DMA 2S ドライバ(140Kバイト) 5…DMA 2D ドライバ(320Kバイト)
FD8DRT	FAB8	8インチディスクドライブタイプ(1バイト) bit　7 6 5 4 3 2 1 0 ドライブ　3 2 1 0 **データ** 0 0……2D-256 ドライバ(1Mバイト ALL 256バイトフォーマット) 0 1……2D-256 ドライバ(1Mバイト 1トラック 1セクタ 1サイド 128) 1 0……1S-128 ドライバ(240Kバイト ALL 128 1サイドのみ)
DMAIOF	FAB9	DMAディスクドライバ メインRAM, I/O RAM 切り換えデータ　(00H) 0 0H…メインRAM読み込み, 書き込み 0 8H…I/O RAM読み込み, 書き込み
FUNADR	FABA	ファンクションキーデータバッファアドレステーブル　(0000H) 0000Hのとき未定義 それ以外は, ファンクションキーデータ格納先頭アドレス
FKYDSF	FABC	ファンクションキーディスプレイデータ　(00H) 00H…表示しない 01H…表示する

ラベル名	アドレス	内　　　容
DIRIMG	FABD	ディレクトリバッファ(32バイト) FABD　ファイルタイプ……1＝Obj，2＝Bas，4＝Asc FABE 　∫　ファイルネーム(13バイト) FACA FACB 　∫　拡張子(3バイト) FACD FACE　パスワード FACF　ファイル長(下位) FAD0　ファイル長(上位) FAD1　ファイルのスタートアドレス(下位) FAD2　ファイルのスタートアドレス(上位) FAD3　ファイル実行アドレス(下位) ⎫ Objのみ有効 FAD4　ファイル実行アドレス(上位) ⎭ FAD5 　∫　年，月，日，時，分 FAD9 FADA　ワーク FADB　ファイル先頭クラスタ値(下位) FADC　ファイル先頭クラスタ値(上位)
FDCNO	FADD	デバイスNoワークエリア 0……SCR: 1……CRT: 2……DEY: 3……LPT: 4……CAS: 5……MEM0:～MEM1: 6……EMM0:～EMM9: 7……0:～3:(3インチ or 5インチディスク) 8……F0:～F3:(8インチディスク) 9……HD0:～HD3:(ハードディスク) 0AH……COM:
UNITNO	FADE	ドライブNoワークエリア
CURX	FADF	カーソルXポジション
CURY	FAE0	カーソルYポジション
COPYXY	FAE1	コピーキーカーソルポジション FAE1　X位置 FAE2　Y位置
CURYST	FAE3	コンソールYスタートポジション
CURYED	FAE4	コンソールYエンドポジション
CURXST	FAE5	コンソールXスタートポジション
CURXED	FAE6	コンソールXエンドポジション
LPOSST	FAE7	プリンターXスタートポジション
LPOSLN	FAE8	プリンターX桁数
LPPAGE	FAE9	プリンターYポジション
LPPGST	FAEA	プリンターYスタートポジション
LPPGLN	FAEB	プリンターY行数
CLICKF	FAEC	クリック音ON／OFFデータ 00H…………ON 00H以外……OFF
KEYDAT	FAED	INKEY$(0)データバッファ
KEYDA2	FAEE	INKEY$(2)データバッファ
COU1MS	FAEF	CTC0インターラプトカウンターバッファ
BRKBUF	FAF0	SHIFT＋BREAK(03H)，CTRL-S(13H)バッファ
ONKYBF	FAF1	ファンクションキーインターラプトデータ(ON KEY GOSUB) 0以外のとき，インターラプト
RSINTF	FAF2	RS-232C(COM:)インターラプトデータ 1のとき，インターラプト

ラベル名	アドレス	内　　容
RSERRF	FAF3	RS-232C(COM:)エラーデータ データ bit 5……Rx オーバーラン bit 4……パリティ bit 1……バッファオーバー
INTFLG	FAF4	ファンクションキーインターラプトデータ(ON KEY GOSUB) FAF4 KEY 1 バッファ　bit 7, 6 FAF5 KEY 2 バッファ　1 1……KEYn STOP FAF6 KEY 3 バッファ　1 0……KEYn ON FAF7 KEY 4 バッファ　0 0……KEYn OFF FAF8 KEY 5 バッファ FAF9 KEY 6 バッファ　bit 4 FAFA KEY 7 バッファ　1………KEY IN FAFB KEY 8 バッファ　0………NORMAL FAFC KEY 9 バッファ FAFD KEY 10 バッファ
POINT1	FAFE	INBUF 書き込みポインター
POINT2	FAFF	INBUF 読み込みポインター
INBUF	FB00	キーインターラプトデータバッファ(64バイト)
POINT3	FB40	INPBUF 書き込みポインター
INPBUF	FB41	INPBUF 読み込みポインター FB42 ∫　キーセンスデータバッファ(40バイト) FB69
INIADR	FB6A	CRTC ディスプレイオフセットアドレスワークエリア FB6A　上位 FB6B　下位 SCREEN 0 : SCREEN 2……00H, 00H SCREEN 1 : SCREEN 3……04H, 00H or 02H, 00H
INIADW	FB6C	CPU アクセスオフセットアドレスワークエリア FB6C　下位 FB6D　上位 SCREEN, 0 : SCREEN, 2……00H, 00H SCREEN, 1 : SCREEN, 3……00H, 04H or 00H, 02H
KANJIF	FB6E	KMODE データ 0……KMODE 0 1……KMODE 1
KBUFSW	FB6F	KBUF ON/OFF データ 0………KBUF ON 0以外…KBUF OFF
CSIZEF	FB70	CSIZE データ 0……CSIZE 0 1……CSIZE 1 2……CSIZE 2 3……CSIZE 3
LPOSB	FB71	LPOS(0)ワークエリア
LPOSA	FB72	LPOS(1)ワークエリア
LPOSK	FB73	LPOS(2)＊2ワークエリア
FILOUT	FB74	SCR:, LPT:切り換えデータ 0……SCR: 1……LPT: (注)サブルーチン CRIPRP, ACCPRP, TABPRP で参照します
ESCFLG	FB75	漢字第1バイトワークエリア(SCR:or CRT:)
ESCPRF	FB76	漢字第1バイトワークエリア(LPT:)
CTRLAF	FB77	INPUTF, BINPUT の CTRL-A　処理用データ 0……ノーマルモード 1……CTRL-A モード
KEYFLG	FB78	インターラプトキーデータ 0……… キーデータ不可能 FFH … キーデータ可能
GRACOD	FB79	CTRL+GRAPH+KEY モードグラフィックコードバッファ

ラベル名	アドレス	内　　　容
ROMFLG	FB7A	モニターコマンドデータ 0……RAM アクセス 1……ROM アクセス
CTRLMD	FB7B	CTRL+M or CTRL+J(BASIC or CP/M データ) 0……BASIC 1……CP/M
SIOBR5	FB7C	SIO Bチャンネル R5データバッファ
CHRAND	FB7D	RS-232C ビット長(Rx データマスクデータ) 0FFH…… 8ビット 07FH…… 7ビット 03FH…… 6ビット 01FH…… 5ビット
MONSP	FB7E	モニタースタックポインタヒワークエリア(2バイト)
CHAADR	FB80	MUSIC チャンネルA データスタートアドレス FB80　下位 FB81　上位
MUAADR	FB82	MUSIC チャンネルA データアドレス FB82　下位(0000H のとき END) FB83　上位 FB84　チャンネルA ボリューム(00H～10H) FB85　チャンネルA 音譜の長さ 01H, 02H, 03H, 04H, 06H, 08H, 0CH, 10H, 18H, 20H……データ C0　C1　C2　C3　C4　C5　C6　C7　C8　C9……MUSIC コード FB86　チャンネルA オクターブデータ D0H, E0H, F0H, 00H, 10H, 20H, 30H, 40H……データ 01　02　03　04　05　06　07　08……MUSIC コード
MUACOU	FB87	チャンネルAカウンター(01H～20H)
CHBADR	FB88	MUSIC チャンネルB データスタートアドレス FB88　下位 FB89　上位
MUBADR	FB8A	MUSIC チャンネルB データアドレス FB8A　下位 } 0000H のとき END FB8B　上位 } FB8C　チャンネルBボリューム FB8D　チャンネルB音譜の長さ FB8E　チャンネルBオクターブデータ
MUBCOU	FB8F	チャンネルBカウンター(01H～20H)
CHCADR	FB90	MUSIC チャンネルC データスタートアドレス FB90　下位 FB91　上位
MUCADR	FB92	MUSIC チャンネルC データアドレス FB92　下位 } 0000H のとき END FB93　上位 } FB94　チャンネルCボリューム FB95　チャンネルC音譜の長さ FB96　チャンネルCオクターブデータ
MUCCOU	FB97	チャンネルCカウンター(01H～20H)
MOUSEX	FB98	マウスX座標ワークエリア FB98　下位 FB99　上位
MOUSEY	FB9A	マウスY座標ワークエリア FB9A　下位 FB9B　上位
MOUSEF	FB9C	未使用
MOUPNT	FB9D	マウスデータインプットデータ
MOUDAT	FB9E	マウスデータインプットバッファ(3バイト)
MS1OFX	FBA1	マウススイッチ1 OFF X座標ワークエリア FBA1　下位 FBA2　上位

ラベル名	アドレス	内　容
MS1OFY	FBA3	マウススイッチ1 OFF Y座標ワークエリア FBA3 下位 FBA4 上位
MS1ONX	FBA5	マウススイッチ1 ON X座標ワークエリア FBA5 下位 FBA6 上位
MS1ONY	FBA7	マウススイッチ1 ON Y座標ワークエリア FBA7 下位 FBA8 上位
MS2OFX	FBA9	マウススイッチ2 OFF X座標ワークエリア FBA9 下位 FBAA 上位
MS2OFY	FBAB	マウススイッチ2 OFF Y座標ワークエリア FBAB 下位 FBAC 上位
MS2ONX	FBAD	マウススイッチ2 ON X座標ワークエリア FBAD 下位 FBAE 上位
MS2ONY	FBAF	マウススイッチ2 ON Y座標ワークエリア FBAF 下位 FBB0 上位
RSSTCT	FBB1	RS-232C XON/XOFF データ 00H……RTS コントロール 01H……NON コントロール 以外………CTRL-S, CTRL-Q コントロール
RSPNT1	FBB2	RS-232C RSBUF 書き込みポインター
RSPNT2	FBB3	RS-232C RSBUF 読み込みポインター
RSBUF	FBB4	RS-232C インターラプトデータバッファ(64バイト)
SCRN00	FBF4	スクリーンアクセスモードデータ 0……SCREEN 0 1……SCREEN 1
SCRN01	FBF5	スクリーンアウトモードデータ 0……SCREEN, 0 1……SCREEN, 1
SCRNM2	FBF6	スクリーングラフィックカラー／モノクロモードデータ 0……カラー 1……青のみ 2……赤のみ 3……緑のみ
SCRNM3	FBF7	WIDTH, L, M, Dモードワークエリア1 00H……WIDTH, 25, 0, 1 01H……WIDTH, 12, 0, 1 02H……WIDTH, 25, 0, 2 03H……WIDTH, 12, 0, 2 04H……WIDTH, 25, 1, 2 05H……WIDTH, 12, 1, 2 06H……WIDTH, 20, 0, 1 07H……WIDTH, 10, 0, 1 08H……WIDTH, 20, 0, 2
SCRNM4	FBF8	WIDTH, L, M, Dモードワークエリア2 bit 7, 6, 5, 4, CRTディスプレイセレクト(WIDTH ,,, D) 0 0 0 0 ……… D=0 0 0 0 1 ……… D=1 0 0 1 0 ……… D=2 bit 3, 2, 1, 0, スクリーンモード(WIDTH, L, M) 0 0 0 0 ……… 25, 0 0 0 0 1 ……… 12, 0 0 0 1 0 ……… 20, 0 0 0 1 1 ……… 10, 0 0 1 0 0 ……… 25, 1 0 1 0 1 ……… 12, 1

ラベル名	アドレス	内　　容
KSENFG	FBF9	アンダーラインモードデータ 00H……KSEN 0 20H……KSEN 1
INTMUF	FBFA	MUSICSモードデータ 0……ノーマルMUSIC 1……インタラプトMUSIC
VFLAG	FBFB	ウィンドウタイプデータ 0……WINDOW(X1, Y1)−(X2, Y2) 1……WINDOW(X1, Y1)−(X2, Y2), (X3, Y3)−(X4, Y4)
GCURXS	FBFC	ウィンドウX始点座標
GCURYS	FBFE	ウィンドウY始点座標
GCURXE	FC00	ウィンドウX終点座標
GCURYE	FC02	ウィンドウY終点座標
WIBYXS	FC04	ウィンドウXスタートバイトポイント(0～79)
WIBIXS	FC05	ウィンドウXスタートビットポイント(0～7)
WIBYXE	FC06	ウィンドウXエンドバイトポイント(0～79)
WIBIXE	FC07	ウィンドウXエンドビットポイント(0～7)
CLSECD	FC08	グラフィックCLS　Xエンドビットポイント
CLSFCD	FC09	グラフィックCLS　Xスタートビットポイント
CLSXST	FC0A	グラフィックCLS　Xスタートバイトポイント
CLSXLN	FC0B	グラフィックCLS　XバイトLENGTH
CLSYLN	FC0C	グラフィックCLS　YラインLENGTH(2バイト)
SCRNXS	FC0E	ウィンドウチェック用ワークエリア(2バイト) SCRNXS=0−GCURXS
SCRNXE	FC10	ウィンドウチェック用ワークエリア(2バイト) SCRNXE=GCURXS−GCURXE−1
SCRNYS	FC12	ウィンドウチェック用ワークエリア(2バイト) SCRNYS=0−GCURYS
SCRNYE	FC14	ウィンドウチェック用ワークエリア(2バイト) SCRNYE=GCURYS−GCURYE−1
GCOLOR	FC16	グラフィックカラー 00H～07H……カラー 08H～7FH……タイルカラー 80H……………タイルパターン
GETXS LINEXS PSETX	FC17	ラインX始点座標(下位，上位) PSET, PRESET X座標(下位，上位)
GETYS LINEYS PSETY	FC19	ラインY始点座標(下位，上位) PSET, PRESET Y座標(下位，上位)
GETXE LINEXE	FC1B	ラインX終点座標(下位，上位)
GETYE LINEYE	FC1D	ラインY終点座標(下位，上位)
GCURX	FC1F	ポジションXワークエリア FC1F　下位 FC20　上位
GCURY	FC21	ポジションYワークエリア FC21　下位 FC22　上位
SCRNT0	FC23	スクリーン0　テキストV-RAMコネクタデータ(26バイト)
SCRNT1	FC3D	スクリーン1　テキストV-RAMコネクタデータ(26バイト) 0……先頭行 1……継続行

ラベル名	アドレス	内　　容
SCRNTC	FC57	SCRNT0 or SCRNT1 ワークセレクトテーブル(2バイト)
DSKTRK	FC59	3インチ or 5インチディスクトラックワークエリア FC59　ドライブ0トラック FC5A　ドライブ1トラック FC5B　ドライブ2トラック FC5C　ドライブ3トラック
DSK8TK	FC5D	8インチディスクトラックワークエリア FC5D　ドライブ0トラック FC5E　ドライブ1トラック FC5F　ドライブ2トラック FC60　ドライブ3トラック
DKIOSW	FC61	ディスク 2DD or 2HD セレクトワークエリア 0FFH……2DD 0FEH……2HD
COMLIN	FC62	モニタープロンプトマークワークエリア *(2AH)……RAM アクセスモード)(29H)……ROM アクセスモード
DSKERR	FC63	ディスクエラーステータスワークエリア bit 7=1……準備されていない bit 6=1……ライトプロテクト bit 4=1……フォーマットされていない(アンフォーマットディスク) bit 3=1……CRC エラー bit 2=1……データ無効
SCRLAD	FC64	スクロールワークエリア(2バイト)
SUMDT	FC66	ロード，ベリファイチェックサムワークエリア(2バイト)
TIMBUF	FC68	TIME=0……秒数(5バイト PRCSON=5)
LPTBUF	FC6D	ビットイメージ LPRINT 用1ラインバッファ(140バイト)
HIRAFL	FCF9	ひらがな／カタカナデータ 0……ひらがな 1……カタカナ
KANBUF	FCFA	カナ漢字変換(XFER モード) 1ラインバッファ(60バイト)
ONEBUF	FD36	一文字変換漢字コードバッファ(2バイト)
ONESTA	FD38	一文字変換漢字 1st コードバッファ(2バイト)
ONEEND	FD3A	一文字変換漢字 LAST コードバッファ(2バイト)
HENBUF	FD3C	カナ漢字変換(XFER モード)変換バッファ(41バイト)
HENASC	FD65	カナ漢字変換 変換アスキーコードバッファ(11バイト)
X1HELP	FD70	カナ漢字変換 HELP モードデータ 0……ノーマルモード 1……ヘルプモード
X1FUNC	FD71	カナ漢字変換 ファンクションキーモードデータ 0……モードチェンジキー 1……ファンクションキー
X1MODE	FD72	XFER　モードバッファ bit 7：0……ローマ字モード OFF 　　　：1……ローマ字モードON bit 6：0……全角 　　　：1……半角 bit 5：0……ひらがな 　　　：1……カタカナ bit 4：0……間接 　　　：1……直接 bit 3：0……コード入力 　　　：1……変換 bit 3=1のとき 　bit 2，1 　　0　0　……　一文字 　　0　1　……　音訓 　　1　0　……　システム辞書 　　1　1　……　ユーザー辞書 bit 3=0のとき 　bit 0：0……JIS 漢字コードまたはシフト JIS コード 　　　　：1……区点コード

ラベル名	アドレス	内　　容
X1POS	FD73	XFERモードXポジション－8
X1ESCF	FD74	XFERモード漢字1stバイトワークエリア
RMAASC	FD75	XFERモードローマ字コードバッファ(4バイト)
RMAKAN	FD79	XFERモードローマ字コード→カタカナコード 変換バッファ(4バイト)
COPYMD	FD7D	HCOPYモードワークエリア(2バイト)
HCOPYB	FD7F	HCOPY or ビットイメージLPRINTデータ切り換えバッファ(24バイト)
DAYMES	FD9F	DATE$, TIME$, DAY$メッセージワークエリア(8バイト+DATEBF 1バイト)
DATEBF	FDA7	DATE$, DAY$ 読み込み／書き込みワークエリア(3バイト)
DAYBF	FDA8	日付ワークエリア
TIMEBF	FDAA	TIME$読み込み／書き込みワークエリア(3バイト)
NESTAK	FDAD	JPBCNE用スタックワークエリア(2バイト)
HDBORD	FDAF	HDボードセレクトワークエリア(1バイト)
	FDB0	HDドライブセレクトワークエリア(1バイト) bit 0～7……ドライブ0～7 n＝0……未使用 n＝1……使　用
CMDTBL	FDB1	HDコマンドデータテーブル(6バイト)
HDDRV	FDB2	HDドライブ0 or 1セレクト(00H or 20H)
HDREC	FDB3	HDレコードNo. FDB3　上位 FDB4　下位
HDLEN	FDB5	HD読み込み／書き込みレコード長 FDB6　データ00H
HDSPCB BCOUNT	FDB7	アサインディスクパラメータワークエリア(10バイト) DBLMUL用ワークエリア(1バイト)
CYFLG	FDB8	DBLMUL用ワークエリア(1バイト)
ZFAC	FDB9	テンポラリーFAC(8バイト)
ZFAC1	FDC1	テンポラリーFAC(8バイト)
ZFAC2	FDC9	テンポラリーFAC(8バイト)
DGITCO	FDD1	CONVワークエリア(1バイト)
DGITFG	FDD2	CONVワークエリア(1バイト)
EXPFLG	FDD3	CONVワークエリア(1バイト)
PRODFL	FDD4	CONVワークエリア(1バイト)
DGBFM8 DGBFM1 DGBF00 DGBF08 DGBF10 DGBF11 DGBF12 DGBF16 DGBF17	FDD5 FDDC FDDD FDE5 FDE7 FDE8 FDE9 FDED FDEE	CONVアスキーデータワークエリア(以下DGBF17までトータル58バイト)
CLIPX1 CLIPY1 CLIPX2 CLIPY2 WINDX1 WINDY1 WINDX2 WINDY2	FDD5 FDD7 FDD9 FDDB FDDD FDDF FDE1 FDE3	クリッピングワークエリア(WINDY2まで各2バイト)
$0FE00	FE00	IPLディスクFCBワークエリア(256バイト)
FATBUF	FE00	BASICディスクFATワークエリア(256バイト)

ラベル名	アドレス	内　　　　容
SNFAC0	FE0F	FACアドレスワークエリア0 FE0F　下位 FE10　上位
SNFAC1	FE11	FACアドレスワークエリア1 FE11　下位 FE12　上位
SNFAC2	FE13	FACアドレスワークエリア2 FE13　下位 FE14　上位
SNFAC3	FE15	FACアドレスワークエリア3 FE15　下位 FE16　上位
SNFAC4	FE17	FACアドレスワークエリア4 FE17　下位 FE18　上位
SNFAC5	FE19	FACアドレスワークエリア5 FE19　下位 FE1A　上位
EXPSIN	FE1B	EXP〔HL〕ワークエリア(1バイト)
EXPOFF	FF1C	EXP〔HL〕ワークエリア(1バイト)
EXPHBT	FE1D	EXP〔HL〕ワークエリア(1バイト)
LOGEXP	FE1E	LOG〔HL〕ワークエリア(1バイト)
SINSGN	FE1F	SIN〔HL〕，COS〔HL〕ワークエリア(1バイト)
TILBUF	FE20	タイルパターンバッファ(24バイト) (注)青　8バイト 赤　8バイト 緑　8バイト
BAKBUF	FE38	HPAINT用バックカラーパターンバッファ (16バイト+BKCOLR 8バイト)
BKCOLR	FE48	HPAINT境界色(最大8バイト)，DB…0，1，2，3，4，5，6，7
BKCLLN	FE50	HPAINT境界色データ数(0～8)
CHRCOD	FE51	キャラクタライン，キャラクタ塗りつぶし，キャラクタアスキーコード (LINESB，BOXSUB，BOXFUL)
CLSMOD	FE52	グラフィックCLSパラメータ 00H，04H　……ALL 01H　……………青のみ 02H　……………赤のみ 03H　……………緑のみ
PUTMOD PSMODE	FE53	LINESB，BOXSUB，BOXFUL，SYMBSBモードバッファ 00H　……キャラクター 01H　……PSET 02H　……PRESET 03H　……XOR
LINPAT	FE54	LINESB，BOXSUBラインパターンデータ(2バイト)
PATUDD	FE56	PATSUB積み重ね段数データ(1バイト) 01H～7FH……データUP 80H～FFH……データDOWN
POLCIR	FE58	POLY／CIRCLEセレクトデータ ※BASICで使用，ROMでは使用しない． 00H　……POLY 01H　……CIRCLE
PAINTX	FE59	ペイントX座標バッファ FE59　下位 FE5A　上位
SINSX	FE59	CIRCLE／POLY中心X座標バッファ SYMBOL X座標バッファ FE59　下位 FE5A　上位

ラベル名	アドレス	内　　容
PAINTY	FE5B	ペイントY座標バッファ FE5B　下位 FE5C　上位
SINSY	FE5B	CIRCLE／POLY 中心Y座標バッファ SYMBOL Y座標バッファ FE5B　下位 FE5C　上位
SINRX	FE5D	CIRCLE／POLY X方向半径 FE5D　下位 FE5E　上位
SINRY	FE5F	CIRCLE／POLY Y方向半径 FE5F　下位 FE60　上位
SIND	FE61	CIRCLE／POLY ステップ FE61　下位 FE62　上位
		SYMBOL 角度方向(0，1，2，3)
GETADR SINSTA	FE63	SYMBOL データスタートアドレス CIRCLE／POLY 初期角 FE63　下位 FE64　上位
ARYEDA SINEND	FE65	CIRCLE／POLY 終了角 FE65　下位 FE66　上位
XMULHI XMULLO YMULHI YMULLO SINXAD SINYAD ENTPY LX LP LA RX RA OLX OLA ORX ORA OOLX OOLA OORX OORA CHKX STFLAG LKFLAG STKTOP STKBTM NXTPSH NXTPOP TILLBF XINC0 XINC1 YINC2 YINC3 XMOD	FE67 FE68 FE6A FE6B FE6D FE6F FE71 FE73 FE74 FE75 FE77 FE79 FE7B FE7D FE7F FE81 FE83 FE85 FE87 FE89 FE8B FE8D FE8E FE8F FE91 FE93 FE95 FE97 FE9A FE9C FE9E FEA0 FEA2	ライン用ワークエリア YMOD までグラフィックルーチン用ワークエリア ペイントワークエリア SYMBOL X方向倍率(下位，上位) SYMBOL Y方向倍率(下位，上位)
YMOD	FEA4	
ZZZZZZ	FEA6	グラフィックワークエリアエンド
DIRBUF	FF00	BASIC FILES バッファ(256バイト)
KEYBUF	FF00	ライン入力キーバッファ(256バイト)

ラベル名	アドレス	内　容
		IPL 用 FCB バッファ
$0FF00	FF00	・ファイルタイプ
$0FF01	FF01	・ファイルネーム
$0FF12	FF12	・ファイルの長さ
$0FF14	FF14	・ロードアドレス
$0FF16	FF16	・実行アドレス
$0FF18	FF18	・年
$0FF19	FF19	・月，曜日
$0FF1A	FF1A	・日
$0FF1B	FF1B	・時，分
$0FF1D	FF1D	・秒
$0FF1E	FF1E	・スタートレコード No.(下位，上位)
$0FF20	FF20	IPL タイマーエリア
$0FF26	FF26	IPL FREE ワークエリア
$0FF78	FF78	IPL RAM ジャンプ　ワークエリア
$0FF80	FF80	IPL カーソルX
$0FF81	FF81	IPL カーソルY
$0FF82	FF82	IPL ポジションY
$0FF83	FF83	IPL カセットチェックサム(2バイト)
$0FF85	FF85	IPL キーバッファ(1バイト)
$0FF86	FF86	IPL PRINT OUT カラー
$0FF87 IPLDRV	FF87	ディスクドライブ No.
$0FF88	FF88	ディスクドライバースタックワークエリア(下位，上位)
$0FF8A	FF8A	ディスクエラーリターンアドレス(下位，上位)
DSKTYP	FF8C	ディスクドライブタイプ 0……2D 1……2DD 2……2HD 3……＊2HD 4……2D 5……＊2D 6……IS 7……HD
$0FFFE	FFFE	IPL #キー RAM ジャンプワークエリア

索　引

●主な参考文献

Ⅰ部

・**実践コンピュータグラフィックス**
D.F.ROGERS　日刊工業新聞社

・**対話型コンピュータグラフィックス**
W.M.NEWMAN，R.F.SPROULL　マグロウヒルブック

・**DX SOUND MAKING BOOK**
小野峰人編　立東社

・**FM音源スーパーサウンド**
窪田弘，田中寿郎，広瀬真　秀和システムトレーディング

Ⅱ部

・**テクニカルマニュアル**
シャープソフト開発部監修　AZビジコム

・**X1リファレンスノウト**
杉浦勇一，仲谷和人，松村守，難波生　エム・アイ・エー

・**X1シリーズ活用研究**
I／O編集部　工学社

・**X1 turbo解析マニュアル**
伊牟田薫　秀和システムトレーディング

・**X1活用研究**
月刊マイコン編集部　電波新聞社

・**X1システム研究室**
有田隆也，牛島昌和　日本ソフトバンク

・**X1 110番**
シャープソフト開発部監修　ラジオ技術社

・**続・X1 110番**
シャープテレビ第4商品企画部監修　ラジオ技術社

・**oh! MZ**
昭和61年4月号～昭和62年6月号　日本ソフトバンク

ご注意

(1) 本書の一部又は全部について個人で使用するほかは，著作権上，㈱ビー・エヌ・エヌの承諾を得ずに無断で複写，複製することは禁じられております。

(2) 本書についての電話によるお問合せには一切応じられません。質問等がございましたら，往復はがき又は切手・返信用封筒を同封の上，弊社までお送り下さるようお願いいたします。

(3) 内容に関する責任は㈱ビー・エヌ・エヌにありますので，内容に関してメーカー等に直接問合わせることは御遠慮下さい。

乱丁，落丁本はご面倒ですが弊社営業宛に御送付下さい。送料弊社負担にてお取替いたします。

X1 Techknow 定価 3,900円

発　行	1987年8月1日初版発行
著　者	ビー・エヌ・エヌ第2企画部編
発行人	樺島正博
発行所	株式会社ビー・エヌ・エヌ 〒102 東京都千代田区麹町4-5 紀尾井町レジデンス5F 電話 営業部：03-238-1321 編集部：03-238-1322
装　幀	ナチュラ
C T S	福田工芸
印　刷	東京音楽図書
製　本	豊栄製本

© BNN corp. 1987 Printed in Japan

ISBN4-89369-027-2 C3055 ¥3900E